

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Масалов Владимир Николаевич
Должность: ректор
Дата подписания: 16.07.2022 22:33:38
Уникальный программный ключ:
f31e6db16690784ab6b50e564da26971fd24641c

С.И. Головин
А.А. Жосан
М.М. Ревякин

Устройство автомобиля

Часть 4 Тормозные системы



УДК 62-97/-98
ББК 39.33-01

Составители: к.т.н., доцент С.И. Головин, к.т.н., доцент А.А. Жосан, к.т.н., доцент М.М. Ревякин.

Рецензенты:

доцент кафедры сервиса и ремонта машин Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», кандидат технических наук Кулев Максим Владимирович;

доцент кафедры механизации технологических процессов в АПК Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», кандидат технических наук Булавинцев Роман Алексеевич.

Г61 Устройство автомобиля. Часть 4 Тормозные системы / С.И. Головин, А.А. Жосан, М.М. Ревякин – Орел: Орловский ГАУ, 2018. – 108 с.

Учебно-методическое пособие по изучению конструкции автомобилей предназначено бакалаврам, обучающимся по направлениям подготовки 23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов и 23.03.01 – Технология транспортных процессов, а также специалистам, обучающимся по специальности 23.05.01 – Наземные транспортно-технологические средства.

© С.И. Головин, А.А. Жосан, М.М. Ревякин 2018.
© Издательство Орловский ГАУ, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Тормозные системы	7
1.1 Классификация тормозных систем	7
1.2 Тормозные механизмы	10
1.3 Барабанные и дисковые тормозные механизмы.....	11
1.3.1 Барабанные тормозные механизмы.....	11
1.3.2 Дисковые тормозные механизмы	23
1.3.3 Тормозные механизмы с неподвижной скобой	25
1.3.4 Тормозные механизмы с подвижной скобой	26
1.4 Стояночные тормоза и их привод	28
1.4.1 Механический привод стояночного тормоза	28
1.4.2 Электрический привод стояночного тормоза	33
1.4.3 Удерживание автомобиля на стоянке	34
1.4.4 Аварийное торможение движущегося автомобиля	35
1.4.5 Трогание в гору	35
1.4.6 Контроль износа тормозных колодок и автоматическая установка зазора в тормозных механизмах	36
1.4.7 Принцип действия механизмов электрического стояночного тормоза	37
1.5 Сервисное обслуживание тормозных механизмов	39
1.5.1 Замена колодок	40
1.5.2 Разборка тормозных механизмов	41
1.5.3 Сборка тормозных механизмов	42
1.6 Гидравлический привод рабочей тормозной системы	43
1.6.1 Принцип работы главного тормозного цилиндра.....	47
1.6.2 Принцип работы вакуумного усилителя.....	53
1.6.3 Устройство рабочих тормозных цилиндров.....	55
1.6.4 Устройство и принцип работы регулятора тормозных	

сил задней оси легкового автомобиля.....	57
1.7 Системы электронного управления торможением легковых автомобилей	64
1.7.1 Назначение и принцип работы антиблокировочной системы.....	64
1.7.1.1 Силы, действующие на автомобиль при его движении и торможении	64
1.7.1.2 Назначение антиблокировочной системы	67
1.7.1.3 Отличие стандартной тормозной системы от системы, снабженной ABS.....	68
1.7.2 Конструкция и работа элементов антиблокировочной системы Teves	71
1.7.2.1 Электронный блок управления ABS.....	72
1.7.2.2 Гидравлический блок (модулятор) ABS.....	73
1.7.2.3 Модифицированная система ABS/ASR.....	80
1.7.3 Конструкция узлов и принцип работы ABS-Mecatronic II	85
1.7.4 Особенности обслуживания автомобилей, снабженных системой ABS/ASR (TCS).....	93
1.7.4.1 Система самодиагностики (встроенная диагностика) и поиск неисправных компонентов электронных систем управления торможением.....	95
1.7.4.2 Датчик частоты вращения колеса	95
1.7.4.3 Проверка неисправности колесных датчиков.....	97
1.7.4.4 Проверка концевого выключателя педали тормоза	98
1.7.4.5 Проверка гидромодулятора	99
Заключение	100
Список использованной литературы.....	101

ВВЕДЕНИЕ

Тормозная система служит для снижения скорости движения и быстрой остановки автомобиля, а также для удержания его на месте при стоянке. Наличие надежных тормозов позволяет увеличить среднюю скорость движения, а, следовательно, эффективность эксплуатации автомобиля.

К тормозной системе автомобиля предъявляются высокие требования. Она должна обеспечивать возможность быстрого снижения скорости и полной остановки автомобиля в различных условиях движения. На стоянке с продольным уклоном до 16 % полностью груженный автомобиль должен надежно удерживаться тормозами от самопроизвольного перемещения.

Современные автомобили оборудуют рабочей, запасной, стояночной и вспомогательной автономными тормозными системами.

Рабочая тормозная система служит для снижения скорости движения автомобиля вплоть до полной его остановки вне зависимости от его скорости, нагрузки и уклонов дорог, для которых он предназначен.

Запасная тормозная система предназначена для плавного снижения скорости движения или остановки автомобиля в случае полного или частичного отказа в работе рабочей тормозной системы.

Стояночная тормозная система служит для удержания неподвижного автомобиля на горизонтальном участке или уклоне дороги.

Вспомогательная тормозная система предназначена для поддержания постоянной скорости автомобиля при движении его на затяжных спусках горных дорог с целью снижения нагрузки на рабочую тормозную систему при длительном торможении.

Тормозная система прицепа, работающего в составе автопоезда, служит как для снижения скорости движения прицепа, так и для автоматического торможения его при обрыве сцепки с тягачом.

Каждая тормозная система состоит из тормозных механизмов, которые обеспечивают затормаживание колес или вала трансмиссии, и тормозного

привода, приводящего в действие тормозной механизм. По расположению тормозные механизмы подразделяются на колесные и трансмиссионные, по форме вращающихся деталей – на барабанные и дисковые. Тормозной привод может быть гидравлическим, пневматическим и механическим. Для облегчения управления тормозами могут использоваться усилители, а также устанавливаются регуляторы тормозных сил и другие устройства, повышающие эффективность торможения автомобиля.

На всех автомобилях применяют независимо действующие тормозные системы: одна управляется педалью (ножной тормоз), а другая – рычагом (стояночный тормоз). Ножная педаль автомобиля действует на тормозные механизмы, расположенные на всех колесах, а рычаг – дополнительно на тормоза задних колес или на центральный трансмиссионный тормоз. Ножной тормоз используется как основной для торможения при движении, а стояночный – для затормаживания на стоянке.

Приводы от педали тормоза к тормозным механизмам бывают двух типов: гидравлический и пневматический. Механический привод применяют только для стояночных тормозов. Гидравлический привод отличается простой конструкции и высокой надежностью. Однако для остановки автомобиля с гидравлическим приводом тормозов водитель должен приложить большое усилие. Поэтому гидравлический привод применяют на легковых автомобилях или на грузовых автомобилях и автобусах, полная масса которых не превышает 5 – 6 т. На грузовых автомобилях и автобусах с полной массой более 8 т устанавливают пневматический привод тормозов, который сложнее и дороже гидравлического, но лишен указанного недостатка. На некоторых моделях автомобилей применяют разновидность пневматического привода – пневмогидравлический привод.

1 ТОРМОЗНЫЕ СИСТЕМЫ

1.1 Классификация тормозных систем

Тормозной привод – совокупность устройств, осуществляющих связь между педалью тормоза или рычагом стояночной тормозной системы и тормозным механизмом. Тормозной привод служит для управления тормозными механизмами.

На автомобилях в зависимости от их максимальной массы и назначения предусмотрена установка следующих тормозных систем:

- Рабочая тормозная система;
- Аварийная тормозная система;
- Запасная тормозная система;
- Стояночная тормозная система;
- Вспомогательная тормозная система;
- Тормозная система прицепа;
- Стояночная тормозная система прицепа;
- Аварийная тормозная система прицепа.

Обилие различных видов тормозных систем обусловлено повышенными требованиями, предъявляемыми к тормозным системам автомобилей и прицепов.

Рабочая тормозная система предназначена для снижения скорости движения автомобиля вплоть до его полной остановки. Эта тормозная система является наиболее эффективной, так как действует на все колеса автомобиля.

Аварийная тормозная система устанавливается на грузовых автомобилях и автобусах и служит для остановки автомобиля в случае появления неисправности, которая может вызвать полный отказ системы торможения, например, при неисправности компрессора.

Запасная тормозная система автомобиля является резервной и предна-

значена для остановки автомобиля при неисправности рабочей тормозной системы. Обычно её функция возлагается на исправный контур рабочей тормозной системы.

Стояночная тормозная система автомобиля служит для удержания неподвижного автомобиля на месте. Она воздействует на колеса только одной оси автомобиля (обычно задней) или на вал трансмиссии, передающей крутящий момент от коробки передач на редуктор заднего моста. Обычно стояночная тормозная система приводится в действие рукой, поэтому часто называется ручным тормозом.

Вспомогательная тормозная система служит для ограничения скорости движения транспортного средства в особых условиях движения, например, на затяжных спусках. Вспомогательная тормозная система выполняется независимой от других тормозных систем и часто называется горным тормозом или тормозом-замедлителем.

Тормозная система прицепа обязательно должна устанавливаться на прицепах с разрешенной максимальной массой более 750 кг. Эта система предназначена для снижения скорости движения автопоезда.

Стояночная тормозная система прицепа предназначена для удержания на месте прицепа, как прицепленного к тягачу, так и отцепленного от него.

Аварийная тормозная система прицепа предназначена для экстренной остановки прицепа в случае его отрыва от тягача, или автопоезда в случае повреждения тормозных контуров управления торможения прицепом.

На автомобилях в зависимости от их назначения и типа применяются различные тормозные приводы. Приведем сравнительные характеристики тормозных приводов.

Механический тормозной привод представляет собой систему тяг и тросов, с помощью которых водитель может передать усилие от рычага или педали к тормозным механизмам. На грузовом автомобиле механический привод применяется только в виде стояночного тормоза, причем тормозной механизм

– трансмиссионный. Пример – стояночная тормозная система грузового автомобиля ГАЗ. На легковых автомобилях механическими тягами и тросами связан рычаг управления стояночной тормозной системой с задними колесами автомобиля.

Гидравлический тормозной привод применяется на автомобилях малой массы. Это ограничение в применении гидравлического привода тормозов на автомобилях средней и большой грузоподъемности связано, прежде всего, с выделением при торможении большого количества тепловой энергии, которая может довести тормозную жидкость до температуры кипения. В соответствии с Правилами №13 ЕЭК ООН автобусы средней и большой вместимости разрешено оборудовать только пневматической тормозной системой. Передача энергии в гидравлическом тормозном приводе осуществляется потоком практически несжимаемой жидкости, так как жидкость начинает сжиматься при давлениях, превышающих 220Мпа. Гидравлический привод может быть одноконтурным, двухконтурным и отдельным для каждого из колес.

Пневматический тормозной привод применяют на грузовых автомобилях средней и большой грузоподъемности, на автопоездах, а так же на автобусах. Пневматический привод наиболее эффективен, он значительно облегчает управление автомобилем и позволяет использовать сжатый воздух для управления вспомогательными системами автомобиля. Однако пневматический привод менее компактен, более сложен в эксплуатации и обслуживании и имеет относительно большее время срабатывания (в 5...10 раз большее, чем у гидравлического привода). В тормозной системе с пневматическим приводом исполнительные механизмы приводятся в действие энергией сжатого воздуха, водитель воздействует только на управляющие органы.

К комбинированным тормозным приводам относятся тормозные системы, снабженные гидропневматическими и пневмогидравлическими усилителями. На длиннобазовых автомобилях и автопоездах возможно применение электропневматической тормозной системы. Применение сложных систем управления процессом торможения продиктовано желанием сократить время

срабатывания тормозного привода, а также повсеместного внедрения электроники в системы управления автомобилем.

1.2 Тормозные механизмы

Торможение связано с преобразованием кинетической энергии движущегося автомобиля в тепловую энергию, которая образуется в результате трения между тормозными колодками и тормозным барабаном или тормозным диском. Чем больше масса движущегося транспортного средства и чем выше его скорость движения, тем большее количества тепловой энергии выделяется в результате торможения. Это тепло рассеивается деталями тормозного механизма в окружающую среду.

Любая тормозная система включает в себя один или несколько тормозных механизмов и тормозной привод. Принудительное замедление автомобиля может осуществляться различными способами: механическим (фрикционным); гидравлическим; или электрическим, торможением. Наиболее распространенными для автомобилей являются колесные фрикционные тормозные механизмы. На легковых автомобилях большого класса, или автомобилях среднего класса, оснащенных в соответствии с требованиями, предъявляемыми к автомобилям с высокими потребительскими свойствами (так называемой комплектацией «Comfort»), используются только дисковые тормозные механизмы. На легковых автомобилях малого и среднего классов чаще всего используются дисковые тормозные механизмы на передних колесах и барабанные колодочные на задних колесах.

На грузовых автомобилях независимо от грузоподъемности устанавливают барабанные колодочные тормозные механизмы. Лишь в последние десятилетия все чаще стали встречаться дисковые тормозные механизмы на грузовых автомобилях и их прицепах.

1.3 Барабанные и дисковые тормозные механизмы

Барабанные ленточные тормозные механизмы в качестве колесных тормозов в настоящее время не применяются. В редких случаях их используют как трансмиссионные стояночные механизмы карьерной и дорожно-строительной техники, например, скрепер МоАЗ, самосвал БелАЗ.

Гидравлические и электрические тормозные механизмы используют как тормоза-замедлители. На тяжелых автомобилях в качестве тормоза-замедлителя используют двигатель, который в результате принудительного вращения коленчатого вала трансмиссией работает как компрессор, выпускной коллектор которого перекрывается специальной заслонкой.

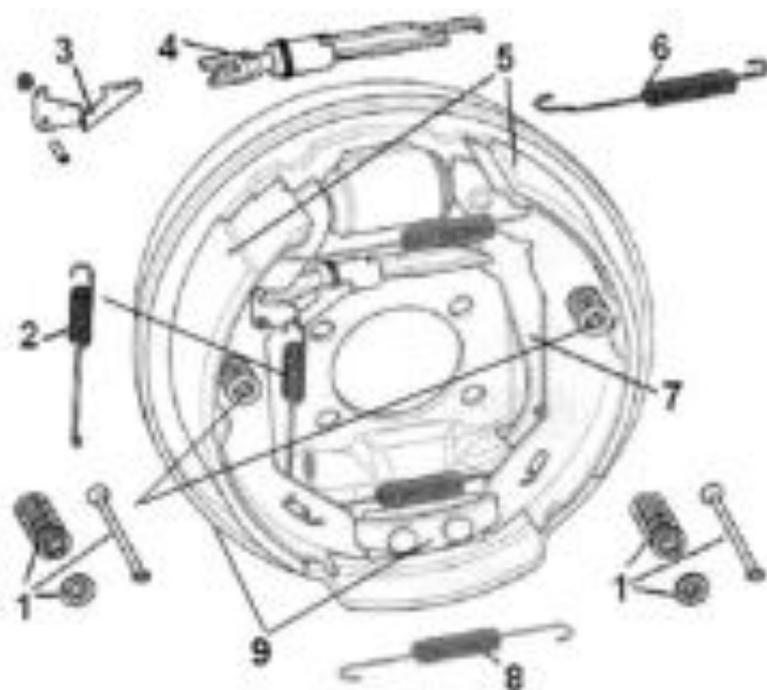
1.3.1 Барабанные тормозные механизмы

Долгое время тормозные механизмы барабанного типа оставались единственной распространенной конструкцией. Однако по мере роста мощности двигателя и скорости движения автомобиля они все чаще стали уступать место дисковым тормозам.

Барабанные тормоза обладают достаточно высокой эффективностью и способны развивать хороший тормозной момент. Благодаря закрытой конструкции они менее подвержены загрязнению и коррозии. С другой стороны, из замкнутого объема хуже отводится тепло, что при больших тормозных нагрузках приводит к закипанию тормозной жидкости и отказу тормозной системы; вдобавок к этому, колодки не способны самоочищаться. Затрудненность визуальной оценки состояния тормозных накладок усложняет контроль их износа, поэтому контроль состояния деталей барабанного тормозного механизма возможен только после снятия тормозного барабана.

В конструкцию барабанного тормозного механизма входят, помимо самого тормозного барабана, опорный диск 9 с установленным на нем опорного

приспособления, колодки 5 (см. рисунок 1.1) с накладками из антифрикционного материала, приводной механизм (один или несколько гидравлических цилиндров или система механических рычагов), регулировочный узел, позволяющий производить эксплуатационную установку зазоров между колодками и тормозным барабаном, и стяжные (возвратные) пружины 6 и 8. Барабанные тормозные механизмы задних колес обычно снабжают приводом стояночного тормоза 8. По мере износа фрикционных накладок требуется регулировка привода стояночного тормоза. Показанная на рисунке 1.1 конструкция барабанного тормозного механизма снабжена само регулируемым приспособлением, в состав которого входит упорная планка 4 рычага 7 стояночного тормоза с винтовым регулятором длины упорной планки, собачка храпового механизма 3 и её пружина 2.

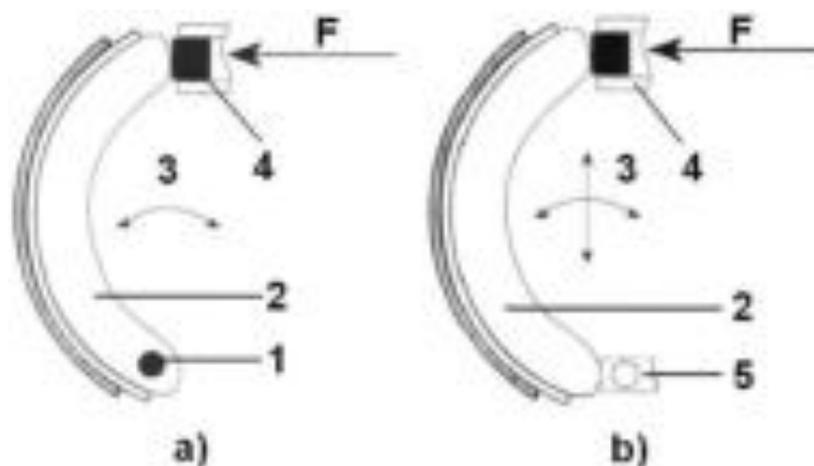


1 – пружинный прижим; 2 – пружина храпового механизма регулировки стояночного тормоза; 3 – храповый механизм; 4 – упорная планка рычага стояночного тормоза; 5 – тормозные колодки; 6 – верхняя стяжная пружина; 7 – рычаг привода стояночного тормоза; 8 – нижняя стяжная пружина; 9 – опорный диск с опорным приспособлением.

Рисунок 1.1 – Устройство барабанного тормозного механизма легкового автомобиля.

Для предохранения от соударений тормозных колодок с тормозным барабаном колодки снабжены пружинным прижимом 1.

Колодки приводят в движение двумя способами: гидравлическим – с помощью колесного тормозного цилиндра от педали ножного (рабочего) тормоза, и механически – при помощи тросов и рычагов от рычага или педали стояночного тормоза.



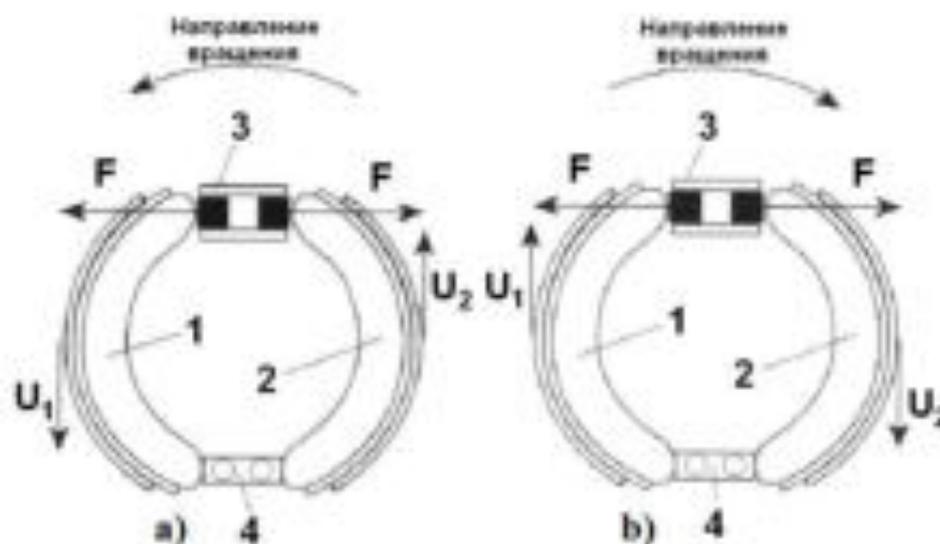
1 – неподвижное опорное приспособление (опорная ось); 2 – тормозная колодка; 3 – возможные перемещения колодок; 4 – тормозной цилиндр; 5 – опорное приспособление с пазом, обеспечивающим вертикальные перемещения колодок.

Рисунок 1.2 – Работа тормозных колодок с одной и двумя степенями свободы.

Колодки могут качаться на неподвижной оси или свободно перемещаться в установочных приспособлениях. В первом случае (см. рисунок 1.2а) колодка 2 одним концом установлена на неподвижной оси 1, закрепленной на опорном диске. Вращаясь вокруг неподвижной оси, колодка не может «самоцентрироваться» – оставаться концентричной относительно барабана. Имея лишь одну степень свободы (возможные перемещения отмечены позицией 3, колодка изнашивается неравномерно, то есть её «свободным» концом, поэтому со стороны приводного механизма новая накладка имеет большую толщину. По мере износа толщина колодки выравнивается. «Развести» колодки,

то есть сместить ось 1 ближе к барабану, позволяют эксцентриковые либо кулачковые регулировочные устройства.

Принцип «плавающей» колодки показан рисунке 1.2b. Вставленная своим концом в паз опорного приспособления 5, она может перемещаться в двух плоскостях 3. При воздействии силы F , поршень 4 тормозного цилиндра прижимает колодку 2 к барабану, но колодка 2 может самоустанавливаться относительно барабана, имея две степени свободы. В этом случае работает и равномерно изнашивается вся поверхность фрикционной накладки тормозной колодки. Такой способ крепления колодок применяется, как правило, на легковых автомобилях и легких грузовиках, однако, встречаются и на более тяжелой технике.



F – сила прижатия колодок; U_1 и U_2 – реактивные силы, возникающие на поверхности колодок при вращении тормозного барабана; 1 и 2 – тормозные колодки; 3 – рабочий тормозной цилиндр; 4 – опорное приспособление.

Рисунок 1.3 – Работа тормозных колодок с двумя степенями свободы.

Колодки могут быть ведущими (активными) и ведомыми (пассивными). Рассмотрим это на схеме (см. рисунок 1.3) симплексных тормозов, то есть имеющих один тормозной цилиндр 3, снабженный двумя поршнями, создающими противоположно направленное усилие F . Колодки 1 и 2 при таком устройстве одним концом, заходят в пазы неподвижно закрепленного на опорном диске приспособления 4, вторым – в пазы подвижных поршней рабочего цилиндра

3. В случае торможения при движении вперед (см. рисунок 1.3а) поршни прижимают верхние концы колодок к барабану, нижние концы колодок упираются в неподвижное опорное приспособление 4.

На рисунок 1.3а мы видим, что направленная по касательной реактивная сила (U_1), возникающая на поверхности накладке левой колодки 1 действует в ту же сторону, что и толкающая её сила (F). На поверхности её накладки большее количество кинетической энергии преобразуется в тепловую. Именно левая колодка и будет в данной ситуации «ведущей».

С правой колодкой 2 (см. рисунок 1.3а) дело обстоит иначе. Векторы сил (F) и (U_2) направлены навстречу друг другу, что значительно снижает суммарный тормозной эффект. Правая колодка 2, в меньшей степени участвующая в процессе торможения, оказалась в пассивной роли «ведомой».

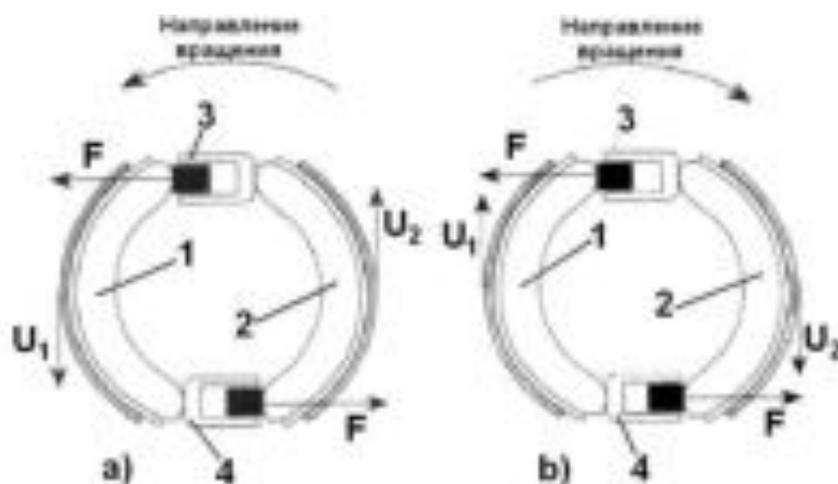
При движении задним ходом (см. рисунок 1.3б) колодки меняются ролями. Ранее пассивная (ведомая) правая колодка становится активной (ведущей), а левая колодка, ранее выполняющая функцию ведущей, становится ведомой, то есть выполняет пассивную роль.

Эффективность торможения при движении вперед и назад одинакова.

Для того чтобы уравновесить износ накладок, необходимо сделать давление накладок на барабан одинаковым, что достигается уменьшением длины пассивной колодки и увеличением длины активной колодки.

В тормозном механизме с равными приводными силами (см. рисунок 1.4) и разнесенными опорами на опорном диске закреплены два рабочих тормозных цилиндра 3 и 4 одностороннего действия. Колодки 1 и 2 одним концом упираются в поршни колесных цилиндров, другим – в пазы, выполненные на противоположной стороне цилиндров.

При движении вперед (см. рисунок 1.4а) направление тангенциальных реактивных сил (U_1) и (U_2) совпадают по направлению с силами (F), создаваемыми рабочими цилиндрами. Эффективность действия обоих цилиндров повышается. Обе колодки оказываются в роли активных (ведущих).



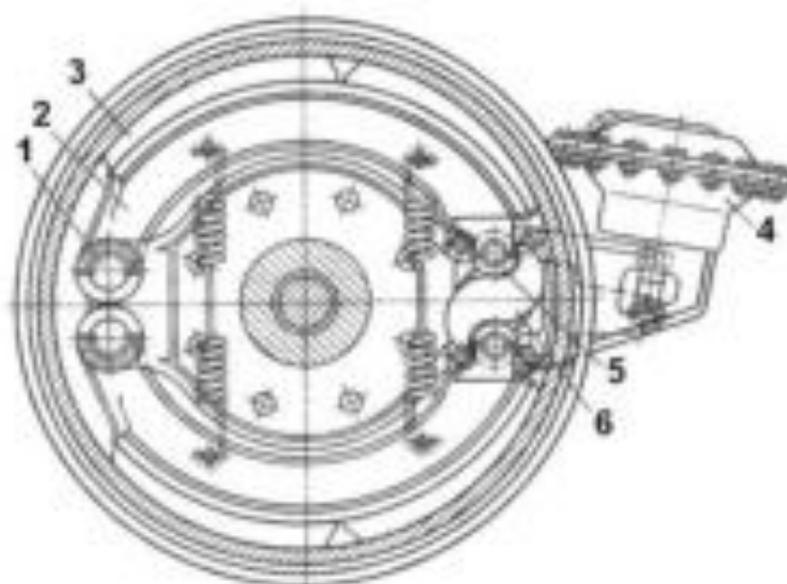
F – прижимающая сила; U_1 и U_2 – реактивные силы; 1 и 2 – тормозные колодки; 3 и 4 – рабочие тормозные цилиндры.

Рисунок 1.4 – Работа тормозных механизмов с двумя тормозными цилиндрами одностороннего действия.

При обратном вращении (движении задним ходом) (см. рисунок 1.4b) силы реакции (U_1) и (U_2) с одной стороны и силы, создаваемые тормозными цилиндрами (F) с другой стороны направлены в противоположные стороны, то есть, навстречу друг другу. Обе колодки оказываются «ведомыми», эффективность торможения значительно снижается.

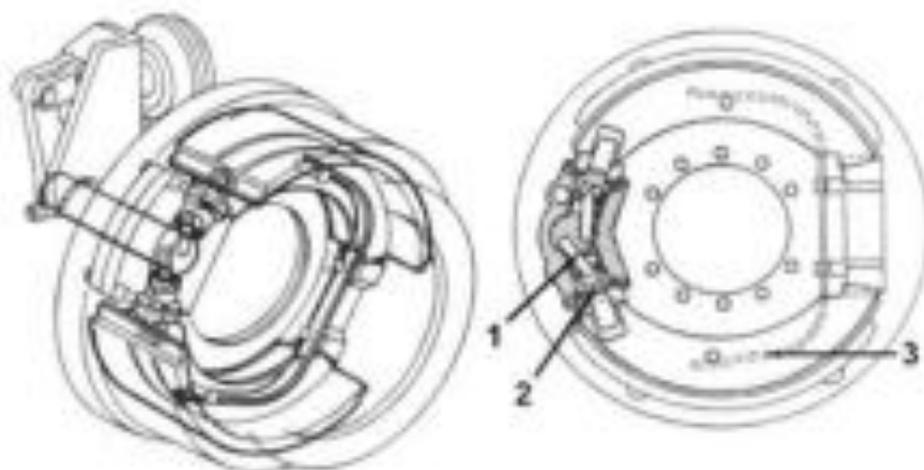
По сравнению с тормозным механизмом с равными приводными силами и односторонним расположением опор, система с разнесенными опорами обеспечивает большую эффективность торможения при движении вперед, однако при заднем ходе её эффективность снижается примерно в два раза, так как в этом случае обе колодки – пассивные. Этим объясняется, что такой тормозной механизм используется только для передних колес.

На грузовых автомобилях, оснащенных пневматическим приводом тормозов, применяют тормозной механизм с равным перемещением колодок (см. рисунок 1.5), приводимых в движение разжимным симметричным кулаком б. Жесткая установка симметричного разжимного кулака в опорном тормозном диске позволяет обеспечивать одинаковое давление колодок 2 на тормозной барабан, поэтому тормозной механизм одинаково эффективен как при движении вперед, так и при заднем ходе.



1 – опорная ось тормозной колодки; 2 – тормозная колодка; 3 – фрикционная тормозная накладка; 4 – пневматическая тормозная камера; 5 – упорные ролики разжимного устройства; 6 – Z-образный кулачковый вал провода тормозного механизма.

Рисунок 1.5 – Барабанный тормозной механизм грузового автомобиля.



1 – палец; 2 – толкатель; 3 – плоская стяжная пружина.

Рисунок 1.6 – Тормозной механизм с пальцевым разжимным устройством.

Кроме симметричного разжимного кулака и шарнирно закрепленными тормозными колодками, имеющими одну степень свободы, на грузовых автомобилях можно встретить тормозные механизмы с двумя степенями свободы (см. рисунок 1.6), снабженные Z-образным разжимным устройством с двумя

пальцами 1, входящими в углубления приводного вала и упирающиеся в толкатели 2 колодок. Следует отметить, что данный тормозной механизм обладает высоким коэффициентом полезного действия. Любопытно и применение оттяжной пружины 3, выполненной из изогнутой стальной полосы.

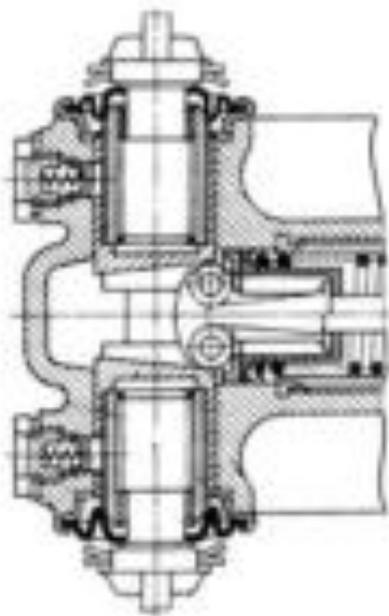
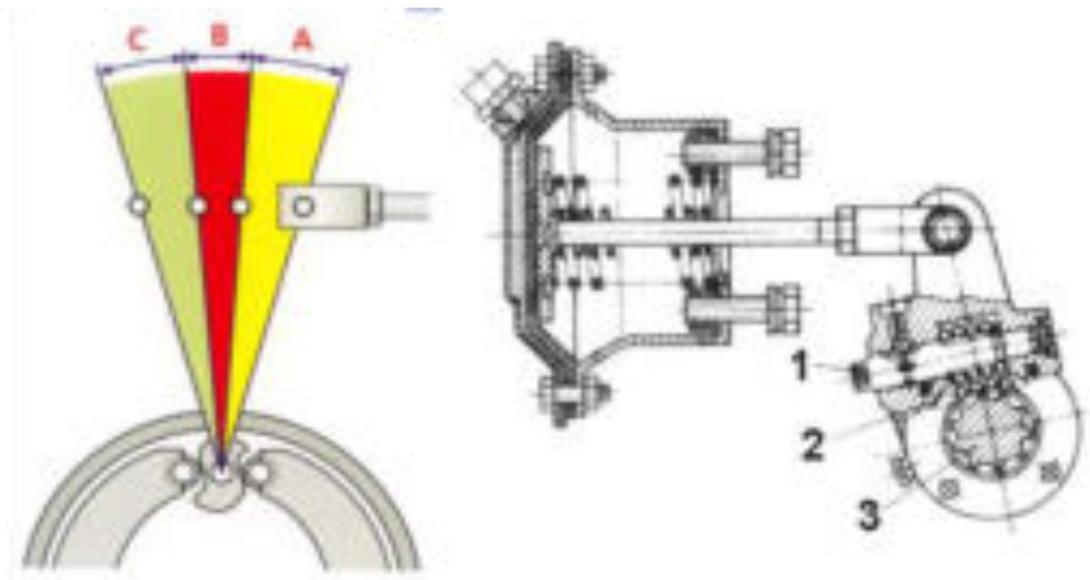


Рисунок 1.7 – Клиновое разжимное устройство.

В последние годы на грузовых автомобилях и автобусах нашли применение клиновые разжимные устройства (см. рисунок 1.7), причем, на некоторых автомобилях устанавливают по два клиновых разжимных устройства на передних осях автомобилей, размещенных по разные стороны колодок. Такая конструкция позволяет увеличить приводную силу, так как одну тормозную камеру большого размера трудно разместить в нише переднего колеса.

Конструкция с двумя клиновыми разжимными устройствами обеспечивает равномерный износ накладок, и, кроме того, обеспечивает одинаковую тормозную эффективность при движении в обоих направлениях.

Регулировка зазора между накладкой и тормозным барабаном в зависимости от конструкции тормозного механизма может быть монтажной и эксплуатационной. Монтажная регулировка, если таковая предусмотрена, осуществляется при сборке тормозного механизма и производится поворотом эксцентрических пальцев, на которых шарнирно фиксируются тормозные колодки.



1 – червячный регулировочный вал; 2 – червячное колесо; 3 – вал разжимного кулака.

Рисунок 1.8 – Устройство рычага привода кулачкового вала разжимного устройства тормозных колодок.

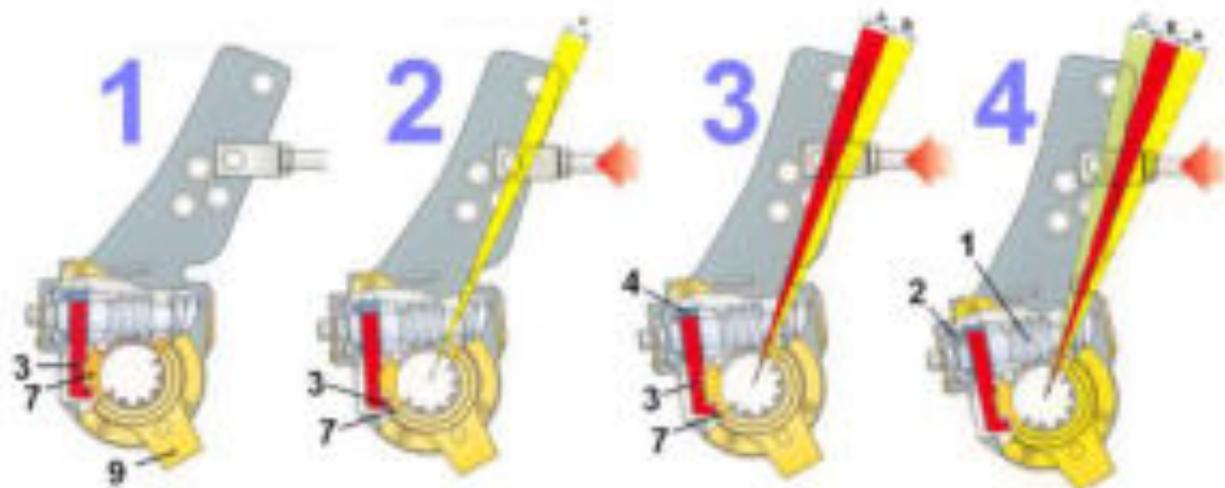
При эксплуатации зазор между тормозными колодками и барабаном регулируют в расторможенном положении механизмом, состоящим из вала 1 (см. рисунок 1.8) с червяком и червячного колеса 2, при помощи которого поворачивается ось 3 разжимного кулака, устанавливая необходимый зазор между колодками и барабаном. В настоящее время все более широкое применение получают саморегулируемые механизмы, включенные в состав автоматического тормозного рычага.

Принцип регулировки заключается в следующем: при нажатии на педаль тормозной механизм имеет следующие перемещения.

А – Стандартный, не требующий регулировки угол свободного хода «А»;

В – Превышение угла свободного хода «В», возникающее при износе тормозных накладок и барабанов, которое при регулировке должно быть устранено;

С – Не требующий устранения угол эластичности тормозной системы «С», возникающий вследствие упругой деформации деталей тормозного механизма и барабана.



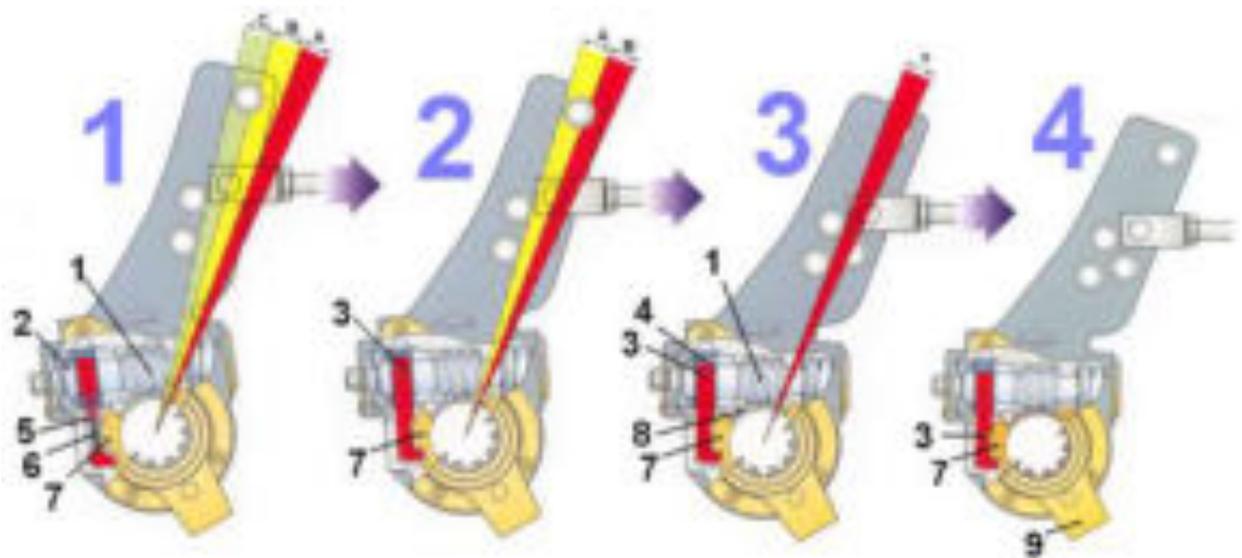
1 – червячный вал; 2 – корпус конусного зажима; 3 – зубчатая храповая рейка; 4 – шестерня; 5 – возвратная наружная пружина; 6 – возвратная внутренняя пружина; 7 – стопорный диск; 8 – червячное колесо; 9 – контрольный рычаг.

Рисунок 1.9 – Работа саморегулирующего рычага в процессе торможения.

Принцип регулировки показанный на рисунке 1.9:

- 1 – начальное положение рычага;
- 2 – выбор стандартного зазора, не требующего регулировок;
- 3 – выбор превышающего стандартный свободный ход зазора;
- 4 – выбор угла эластичности тормозного механизма.

Очевидно, что система саморегулирования должна распознавать и устранять только увеличившийся в результате износа тормозных накладок угол «В». Для обеспечения этой регулировки в состав червячного механизма входит сам червяк 1 и червячное колесо 8. В ходе разжатия тормозного механизма пружины 5 и 6, действуя на зубчатую рейку 3, поворачивают червяк 1. Корпус конусного зажима 2 позволяет выбрать только лишь чрезмерный зазор, возникающий при износе фрикционных накладок, не касаясь стандартного зазора и угла эластичности тормозного привода.



1 – червячный вал; 2 – корпус конусного зажима; 3 – зубчатая храповая рейка; 4 – шестерня; 5 – возвратная наружная пружина; 6 – возвратная внутренняя пружина; 7 – стопорный диск; 8 – червячное колесо; 9 – контрольный рычаг.

Рисунок 1.10 – Работа саморегулирующего рычага в процессе растормаживания.

Принцип регулировки показанный на рисунке 1.10:

- 1 – выбор угла эластичности тормозного механизма;
- 2 – выбор стандартного зазора, не требующего регулировок;
- 3 – ход тормозного привода, во время которого производится регулировка превышающего стандартное значение зазора;
- 4 – возвращение в исходное положение.

Предупреждать неисправности разумнее, чем их устранять. К тормозам это правило применимо без всяческих оговорок. Если при сервисном обслуживании у вас возникает хотя бы малейшее сомнение в эффективности работы тормозных механизмов, необходимо провести тщательное исследование с помощью доступных диагностических средств. Ходовые испытания с неисправной тормозной системы проводить нельзя. Езда с неисправными тормозами опасна не только для самого водителя, но и для окружающих, поэтому заниматься ремонтом тормозных механизмов и тормозных систем должен опытный механик.

Замены тормозных колодок всегда производятся попарно, то есть при

критическом износе хотя бы одной колодки меняют все колодки данной оси. Минимально допустимая толщина приклеенных накладок – 1,5 мм, для приклепанных – 2,5 мм. При замене тормозных колодок или накладок важно помнить, что устанавливать на автомобиль разрешается только одобренные производителем автомобилей материалы накладок. Кстати, в Западной Европе с 1988 года запрещено применение асбеста при изготовлении тормозных накладок, в России асбест до сих пор считается «условно опасным», несмотря на все старания экологов. В строительстве детали конструкций из асбеста применять разрешено, но только в окрашенном виде, а вот в автомобильных тормозах почему-то можно.

Особое внимание заслуживает и тормозная жидкость. Приводим наиболее распространенные на сегодняшний день спецификации на гидравлические тормозные жидкости (ГТЖ): US EMVSS №116 DOT3; DOT4; DOT5.1, SAE J1703, ISO 4925. Чем больше цифра в спецификации по DOT, тем выше температура кипения тормозной жидкости. Например, ГТЖ DOT 5.1 имеет температуру кипения 290°C. Все тормозные жидкости обладают высокой гигроскопичностью, то есть свойством улавливать влагу из атмосферного воздуха. Всего 1% поглощенной из воздуха влаги снижает температуру кипения сразу на 50°C. Наличие воды в ГТЖ резко снижает работоспособность тормозной жидкости, к тому же, вода, попавшая в тормозную жидкость, способна вызвать коррозию внутренних поверхностей цилиндров и поршней, регуляторов тормозных сил и клапанов ABS.

Полная замена тормозной жидкости с промывкой системы чистой тормозной жидкостью должна быть обязательной, так же, как и очередная замена масла в двигателе. Работа с приборами тормозных систем требует чистоты и аккуратности. Для очистки деталей нельзя пользоваться бензином или дизельным топливом. В продаже имеются специально созданные очистители тормозов на основе метилового или изопропилового спирта. При загрязнении тормозных механизмов маслом требуется их очистка, но только рекомендован-

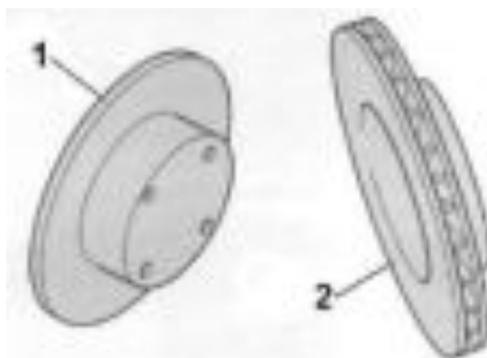
ными в Руководстве по ремонту спреями и другими рекомендованными очистителями.

Резиновые детали при малейшем подозрении на их повреждение требуют замены на новые. Помните, что резиновые детали, даже если на упаковке указана рекомендация завода-изготовителя, могут храниться не более пяти лет, и то при условии соблюдения специально оговоренных условий хранения.

1.3.2 Дисковые тормозные механизмы

По мере развития автомобилестроения машины становились все мощнее и быстрее. Рос их собственный вес и масса перевозимого груза. Традиционные барабанные тормозные механизмы стали не в полной мере удовлетворять повышенным требованиям безопасности дорожного движения. Дисковые тормозные механизмы постепенно стали вытеснять барабанные на легковых автомобилях и грузовых автомобилях небольшой грузоподъемности. Такой переход был и остается важнейшим фактором повышения безопасности. Возросшие эффективность и надежность, способность создавать большие тормозные усилия, меньший нагрев и, как следствие, стабильность рабочих характеристик даже при длительной нагрузке – вот отличительная черта дисковых тормозных механизмов. Для улучшения температурных условий работы на передней оси автомобиля устанавливают вентилируемые 2 (см. рисунок 1.11) тормозные диски. Задняя ось автомобиля при торможении испытывает меньшую нагрузку, поэтому на задней оси автомобиля устанавливают либо барабанные, либо дисковые тормозные механизмы с невентилируемыми 1 дисками. Торможение автомобиля связано с переводом кинетической энергии движущегося автомобиля в тепловую энергию, которая образуется в результате интенсивного трения между тормозной колодкой и тормозным диском. При интенсивном или длительном торможении может произойти перегрев фрикционных накладок, нарушится структура их поверхности, вследствие чего может резко снизиться эффективность торможения. Тормозная жидкость, находящаяся в

тормозном цилиндре может закипеть, что приведет к образованию паровых пробок и полному отказу тормозов.



1 – неветилируемый; 2 – вентилируемый.

Рисунок 1.11 – Тормозной диск.

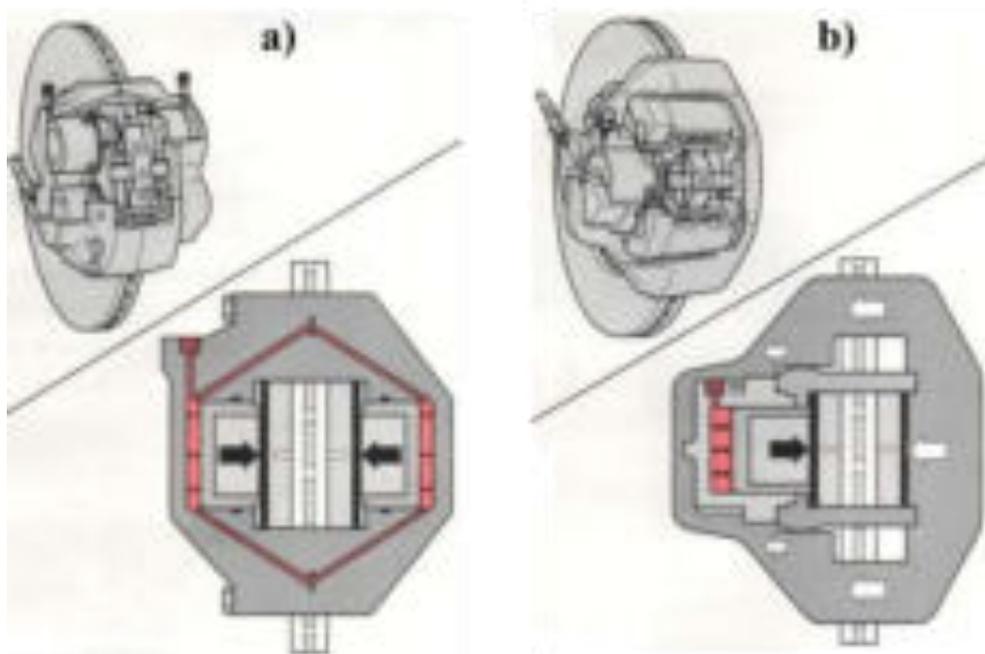


Рисунок 1.12 – Суппорт с неподвижной и подвижной тормозной скобой.

Для снижения тепловой нагрузки на тормозной механизм и тормозную жидкость поршни тормозных цилиндров делают полыми, а тормозные диски – вентилируемыми. При вращении колеса во внутренних каналах тормозных дисков происходит постоянное перемещение воздуха от центра колеса к периферии. Движение воздуха обусловлено центробежной силой, действующей на воздух, находящийся в каналах диска. Кроме того, сам диск открыт обдуву воздуха, возникающему при движении автомобиля.

Дисковые тормозные механизмы повсеместно устанавливаются на спортивных автомобилях, а это дополнительное свидетельство их абсолютной надежности.

В отличие от барабанных тормозных механизмов их дисковых собратьев не так уж много. На современных автомобилях применяются два вида дисковых тормозных механизмов:

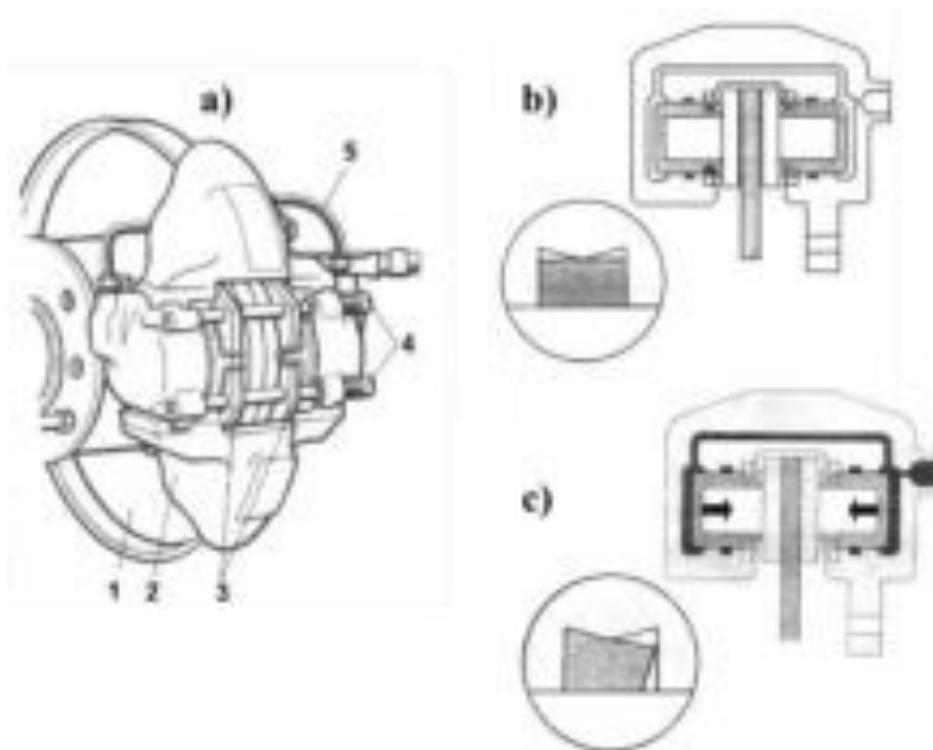
- Тормозные механизмы с неподвижной скобой (см. рисунок 1.12a);
- Тормозные механизмы с подвижной скобой (см. рисунок 1.12b).

В этой главе мы рассмотрим устройство этих тормозных механизмов, их достоинства и недостатки.

1.3.3 Тормозные механизмы с неподвижной скобой

Первые дисковые тормоза имели неподвижно закрепленный суппорт с двумя цилиндрами, движение поршней в которых направлено навстречу друг другу. Подобные тормозные механизмы хорошо знакомы российским автомобилистам, скажем по классическим «Жигулям» (см рисунок 1.13). С появлением двухконтурных гидроприводов число цилиндров возросло до четырех, например, на автомобилях семейства ИЖ.

В тормозных механизмах данного типа противоположащие поршни, установленные в суппорте 2, прижимают тормозные колодки 5 к диску 1 с двух его сторон. Положение тормозных колодок обеспечивается установкой двух направляющих 4, снабженных профильными пружинами. Эти пружины отводят колодки от диска, препятствуя их соударению при движении автомобиля. Возврат поршней в исходное положение после прекращения торможения происходит за счет сил упругой деформации резиновых уплотнителей поршней (см. рисунок 1.13b и c) и за счет осевого биения тормозного диска. Рабочий зазор между фрикционной накладкой и тормозным диском устанавливается автоматически по мере износа накладок.



1 – тормозной диск; 2 – суппорт; 3 – тормозные колодки; 4 – направляющие тормозных колодок; 5 – подвод тормозной жидкости к цилиндрам.

Рисунок 1.13 – Тормозной механизм с неподвижной скобой.

Недостатком этих тормозных механизмов является их относительная сложность и большая вероятность образования паровых пробок из-за нагрева тормозной жидкости. Несмотря на перечисленные недостатки, тормозные механизмы этого типа обеспечивают вполне эффективное торможение.

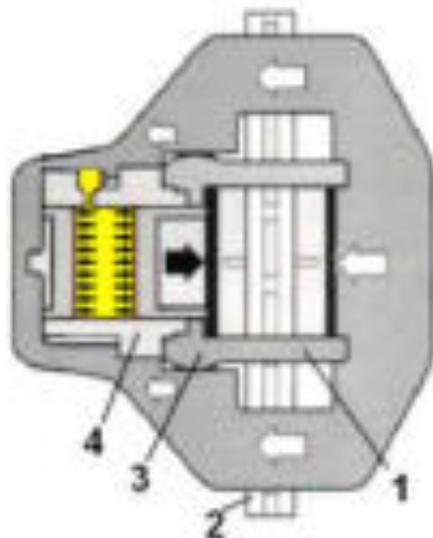
1.3.4 Тормозные механизмы с подвижной скобой

Существует две конструкции тормозных механизмов этого вида:

- Конструкция с подвижной направляющей колодок;
- Конструкция с подвижным суппортом.

В конструкции с подвижной направляющей колодок (см. рисунок 1.14) суппорт 4 с двумя поршнями, размещенными в одном цилиндре, жестко закреплен на поворотном кулаке 3. Механизм снабжен двумя направляющими 1 для удержания колодок в суппорте. Одни поршень прижимает колодку непо-

средственно к диску 2, а другой поршень – вторую колодку, используя направляющую 1 тормозных колодок. Устройство такого тормозного механизма обладает исключительной простотой, а также очень удобно для проведения проверки состояния тормозных колодок и их замене.



1 – направляющая тормозных колодок; 2 – тормозной диск; 3 – поворотный кулак; 4 – тормозной цилиндр с двумя поршнями.

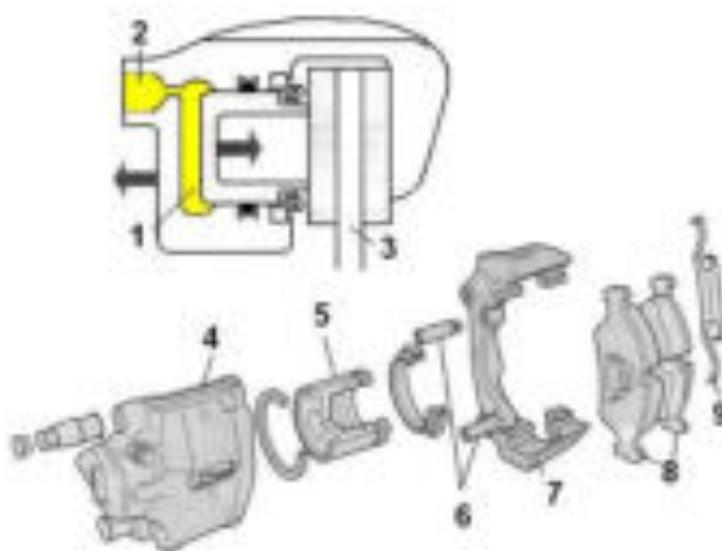
Рисунок 1.14 – Тормозные механизмы с подвижной скобой.

Тормозные колодки размещены на двух направляющих, которые препятствуют их выпадению из скобы. Для снижения дребезжащего шума, возникающего при движении автомобиля, колодки прижаты к скобе с помощью пружинных элементов.

Обычно в суппорте устанавливают по одному или по два поршня с каждой стороны. Каждый поршень защищен от попадания пыли и грязи пыльниками. Конструкция пыльников может быть самой разнообразной. При каждом обслуживании необходимо проверить их целостность, так как повреждение пыльника приведет к попаданию на поверхность цилиндра пыли и грязи, что приведет к заклиниванию поршня внутри цилиндра.

Тормозные механизмы с подвижным суппортом (см. рисунок 1.15) получили наибольшее распространение. В этом тормозном механизме давление тормозной жидкости 1, поступающей через канал 2, действует одновременно

на поршень 5, прижимающий внутреннюю колодку к диску, и на корпус суппорта 4. Суппорт может свободно перемещаться по направляющим 6, прижимая вторую колодку к тормозному диску 3 своей скобой.



1 – тормозной цилиндр; 2 – канал подачи тормозной жидкости; 3 – тормозной диск; 4 – суппорт; 5 – поршень; 6 – направляющие суппорта; 7 – скоба с направляющими колодок; 8 – тормозные колодки; 9 – пружинные элементы, препятствующие вибрации колодок.

Рисунок 1.15 – Тормозной механизм с подвижным суппортом.

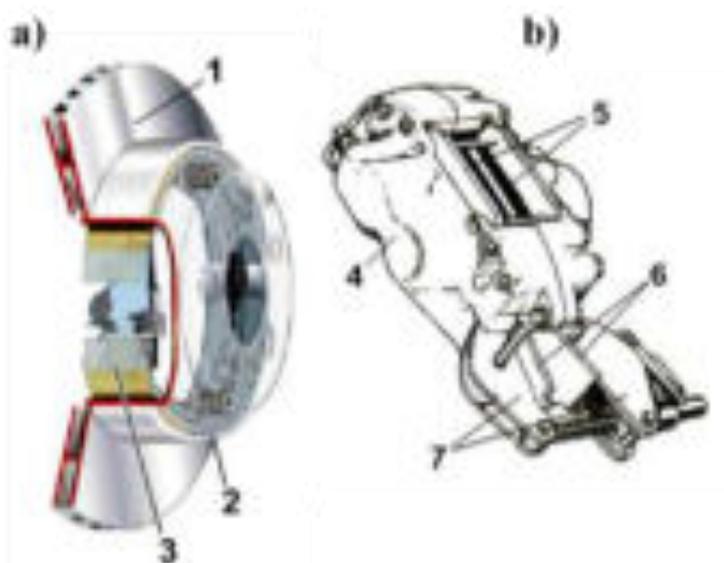
При внешней простоте и высокой надежности дисковых тормозных механизмов возникает сложности с совмещением рабочего тормозного цилиндра с приводом стояночного тормоза.

1.4 Стояночные тормоза и их привод

1.4.1 Механический привод стояночного тормоза

Первые дисковые тормозные механизмы, устанавливаемые на задней оси автомобиля, оснащали маленьким тормозным барабаном, в котором размещался стояночный тормоз (см. рисунок 1.16а). Другой способ совмещения двух функций в одном сборочном узле – установка дополнительного меха-

низма клещевого типа (см. рисунок 1.16b). Кстати, многие автомобилестроители до сих пор устанавливают барабанный (стояночный) 2, снабженный двумя тормозными колодками 3, и дисковый 1 (рабочий) тормозной механизм, выполненных в одном узле. Стояночный тормозной механизм 7 клещевого типа имеет две дополнительные колодки 6, которые сжимают тормозной диск при включении стояночного тормоза. Клещевой механизм пристыкован к суппорту 4, снабженному двумя рабочими колодками 5.



а – барабанный тормозной механизм стояночной тормозной системы; б – клиновой тормозной механизм стояночной тормозной системы; 1 – тормозной вентилируемый диск; 2 – тормозной барабан; 3 – тормозные колодки барабанного стояночного тормоза; 4 – суппорт; 5 – тормозные колодки дискового тормозного механизма; 6 – тормозные колодки клинового стояночного тормоза; 7 – клещевое зажимное устройство стояночного тормоза.

Рисунок 1.16 – Тормозной механизм стояночной тормозной системы.

Для примера рассмотрим привод стояночного тормоза, устанавливаемого на автомобиль Audi. На рисунке 1.17. вы можете увидеть, что стояночный тормозной механизм – отдельное устройство, предназначенное для удержания стоящего автомобиля на месте. Привод стояночного тормоза – тросовой. При воздействии на педаль 5 привода стояночного тормоза усилие передается через трос 4 соединенный с механизмом прижатия тормозных колодок 3 к барабану. Такой механизм широко используется на ряде автомобилей, снабженных

дисковыми тормозными механизмами на задней оси.



1 – кнопка выключения стояночного тормоза; 2 – тросовой привод растормаживания; 3 – тормозные колодки барабанного стояночного тормозного механизма; 4 – тросовой привод включения стояночного тормоза; 5 – педаль включения стояночного тормоза.

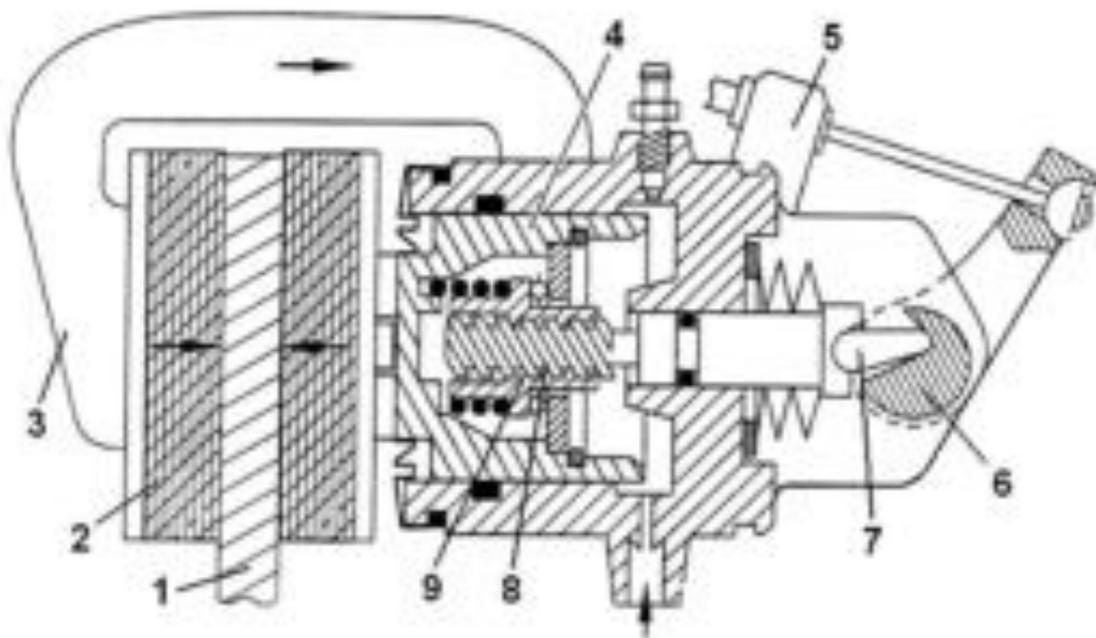
Рисунок 1.17 – Тросовой привод стояночного тормоза.

Следующим шагом было создание фирмами Lucas, Bendix и Girling рабочих тормозных цилиндров, совмещающих функции рабочей и стояночной тормозных систем. Эти тормозные механизмы, кроме того, обладают функциями автоматического регулирования зазора между тормозными колодками и тормозным диском.

Рассмотрим совмещенный тормозной механизм с автоматическим устройством регулирования зазора фирмы Bendix.

Под действием давления в гидроприводе тормозов поршень 4 перемещается, прижимая внутреннюю колодку к тормозному диску. Суппорт под действием того же самого давления смещается вправо, прижимая наружную колодку к диску скобой 3 суппорта. Если зазор между диском и колодками больше нормативного, то упорное кольцо с расположенным между ним и шлицевой регулировочной втулкой 9 шариковым подшипником, нажимает на эту регулировочную втулку. Осевое перемещение втулки 9 происходит вдоль стержня с червячной резьбой 8, который удерживается от вращения толкателем 7 и рычагом 6. Усилие, проворачивающее резьбовую втулку, создается

благодаря раскручиванию витков пружины, защемленной одним концом в специальном пазу поршня. При растормаживании вращение резьбовой втулки обеспечивается пружиной 8, устанавливая минимальный зазор между колодками и диском.



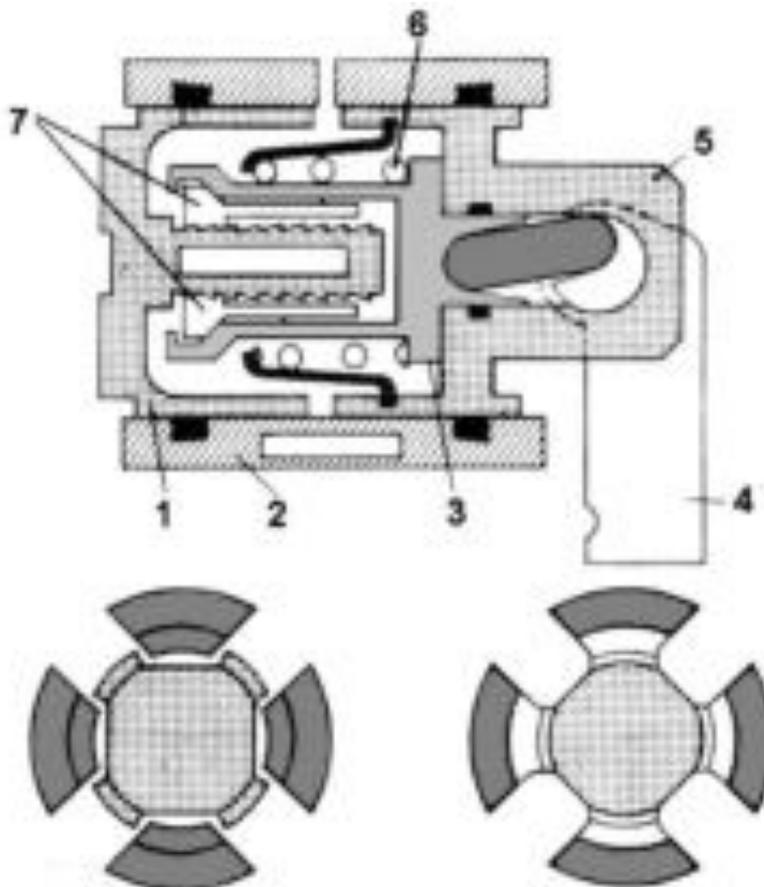
1 – диск тормозного механизма; 2 – тормозные колодки; 3 – скоба суппорта; 4 – поршень; 5 – кронштейн крепления оплетки троса привода стояночного тормоза; 6 – рычаг привода стояночного тормоза; 7 – толкатель; 8 – стержень с червячной резьбой; 9 – шлицевая регулировочная втулка.

Рисунок 1.18 – Совмещенный тормозной механизм с автоматическим устройством регулирования зазора фирмы Bendix.

Стояночный тормоз действует следующим образом. Трос привода стояночного тормоза, приводимый в движение рычагом стояночного тормоза, воздействует через толкатель 7 на стержень 8, который перемещается влево. Вместе с ним перемещается и резьбовая втулка 9 до касания с дном поршня. Поршень начинает перемещаться, прижимая внутреннюю тормозную колодку к диску. Дальнейшее перемещение стержня приводит в движение сам суппорт, который своей скобой 3 прижимает наружную колодку к другой стороне тормозного диска. При снятии усилия с привода стояночного тормоза рычаг 6 воз-

вращается в исходное положение под действием дисковой пружины, расположенной между корпусом цилиндра и буртиком стержня 8.

В тормозном механизме фирмы Girling, показанном на рисунке 1.19, регулировка зазора происходит иначе.



1 – поршень прижатия тормозной колодки; 2 – рабочий тормозной цилиндр; 3 – толкатель поршня; 4 – рычаг привода стояночного тормоза; 5 – поршень, приводимый в движение рычагом стояночного тормоза; 6 – пружина; 7 – защелка.

Рисунок 1.19 – Схема дискового тормозного механизма с устройством автоматической регулировки зазора фирмы Girling.

Левая часть поршня 1, снабжена цилиндрической зубчатой рейкой. С зубцами этой рейки находятся в зацеплении зубцы защелки 7, которая проскальзывает по зубцам цилиндрической рейки при возвратном движении толкателя 3. Толкатель 3 удерживается в прижатом состоянии на правом поршне 5 пружиной 6. При торможении под действием давления в гидроприводе поршни 1 и 5 расходятся. Перемещение правого поршня 5 ограничено толкателем и рычагом 4 привода стояночной тормозной системы. Левый поршень

1, перемещаясь, прижимает тормозную колодку к диску. Пока разница в величине смещения одного поршня по отношению к другому не превышает длины одного зубца реечной нарезки, регулировка зазора не производится. Когда эта величина становится больше, защелка перескакивает на следующий зубец. Поршни отходят друг от друга, занимая новое положение. Зазор между толкателем 3 и защелкой 7 необходим для обеспечения растормаживания колес.

Работа стояночного тормоза происходит так. Под действием рычага 4 привода стояночного тормоза толкатель 3 смещается относительно поршня 5, сжимая пружину 6. Усилие рычага передается посредством защелки 7 на поршень 1, который прижимает тормозную колодку к диску. Поворот рычага привода стояночной тормозной системы вызывает продольное перемещение толкателя. Поршни отжимаются один от другого, колодки прижимаются к тормозному диску.

Если в результате износа накладок зазор увеличится, детали 1 и 7 под действием гидравлического давления на поршни переместятся, при этом механизм регулировки перескочит на один зуб.

Необходимо помнить, что при замене тормозных колодок разжать поршни можно, только вращая их внутри цилиндра. Эту рекомендацию вы должны соблюдать при обслуживании дисковых тормозных механизмов задних колес. По внешнему виду довольно трудно определить способ утопления поршня в цилиндр суппорта, поэтому, приступая к обслуживанию тормозного механизма, обратитесь к соответствующему разделу Руководства по ремонту данного автомобиля.

1.4.2 Электрический привод стояночного тормоза

Стояночная тормозная система с электроприводом выполняет следующие функции:

- удерживание автомобиля на стоянке;
- аварийное торможение движущегося автомобиля;

- удерживание автомобиля при трогании в гору;
- контроль износа колодок и автоматическая регулировка зазора между диском и колодками.

Выполнять возложенные на стояночную систему задачи возможно только при условии электронного управления торможением. С этой целью в систему управления включены датчики перемещения тормозных колодок, установленные в суппортах колес задней оси, датчик дифферента (продольного угла наклона) автомобиля, расположенного в электронном блоке управления торможением.

Управление торможением с включением электрического привода стояночного тормоза производится в автоматическом режиме, или по команде, подаваемой перемещением специального движка, расположенного на консоли переключателя передач.

1.4.3 Удерживание автомобиля на стоянке

Удерживание автомобиля на стоянке может происходить в автоматическом режиме, например при остановке на спуске или подъеме, или в ручном режиме. При парковке на уклонах больше 30 % водитель предупреждается текстовым сообщением на центральном дисплее комбинации приборов. Установленные усилия затяжки тормозов достаточны практически во всех случаях эксплуатации автомобиля, а о включении стояночной тормозной системы водителя предупреждают световые сигнализаторы.

После установки автомобиля на стоянку электроника производит автоматическую подтяжку колодок тормоза при охлаждении тормозных дисков. Температура диска постоянно определяется с помощью расчетной модели, заложенной в память блока электронного управления торможением.

1.4.4 Аварийное торможение движущегося автомобиля

При необходимости водитель может воспользоваться режимом аварийного торможения автомобиля. Для этого достаточно переместить движок выключателя стояночного тормоза на себя и торможение автомобиля происходит с замедлением до 8 м/с^2 . Торможение продолжается, пока движок сдвинут. Стоит его отпустить, торможение прекратится.

Во избежание заноса автомобиля, которое может произойти при торможении только задними колесами, режим торможения происходит ступенчато. Если скорость автомобиля превышает 8 км/ч , торможение осуществляется под управлением системы электронного управления торможением ESP. Крутящий момент, создаваемый двигателем, снижается до уровня холостого хода, если даже педаль акселератора нажата. При этом агрегат электронного управления ESP подает тормозную жидкость под давлением во все четыре тормозные механизмы. Если была включена система регулирования скорости так называемый «Круиз-контроль», ее действие прекращается. Если же скорость автомобиля во время перемещения движка не превышает 8 км/ч , стояночная тормозная система работает без подключения режима электронного управления торможением ESP, то есть электрическое управление приводит к полной затяжке стояночного тормоза. Ошибочные действия (например, переднего пассажира) исключаются, так как аварийное торможение может быть прекращено путем продолжающегося удержания педали акселератора в нажатом состоянии.

1.4.5 Трогание в гору

Те, кто уже закончил автошколу или обучается в ней, знают, как сложно тронуться начинающему водителю с места на подъеме без скатывания автомобиля назад. Жители городов, находящихся на равнине, редко прибегают к троганию с места с применением стояночного (ручного) тормоза, а в городах,

находящихся на склоне гор начало движения в гору сопровождается обязательным включением стояночной тормозной системы. Электрическое управление стояночным тормозом обеспечивает плавное трогание автомобиля в гору без какого-либо воздействия на органы управления стояночной тормозной системы. Угол наклона автомобиля определяется с помощью датчика, встроенного в блок управления торможением. Регулирование этого процесса производится с учетом крутящего момента, выдаваемого двигателем в данный момент, рассчитывая его по положению педали акселератора и включенной передачи. Режим снятия автомобиля со стояночного тормоза при трогании в гору подбирается в зависимости от угла подъема и крутящего момента.

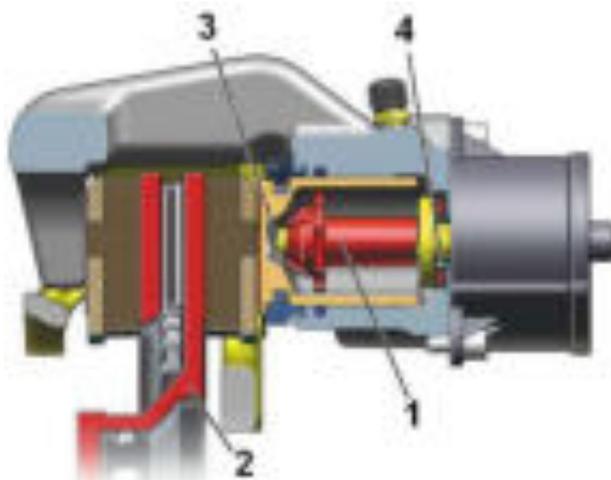
Датчик угла наклона и параметры, влияющие на процесс трогания в гору, автоматически калибруется, то есть степень загрузки автомобиля также принимается в расчет. Для этого при каждом трогании на горизонтальном участке дороги производится определение показателей динамических параметров автомобиля и их сравнение с параметрами регулирования, сохраненными в памяти системы.

1.4.6 Контроль износа тормозных колодок и автоматическая установка зазора в тормозных механизмах

Толщина тормозных колодок автоматически определяется на неподвижном автомобиле и не затянутом стояночном тормозе через каждые 500 км пробега автомобиля. Для этого электронный блок управления торможением производит перемещение колодок из нулевого положения в положение торможения. Блок управления рассчитывает при этом толщину колодок по величине их перемещения, измеренного с помощью специального датчика, расположенного в суппорте тормозных механизмов. При чрезмерном износе фрикционных накладок на панели управления загорается красная предупреждающая лампочка.

1.4.7 Принцип действия механизмов электрического стояночного тормоза

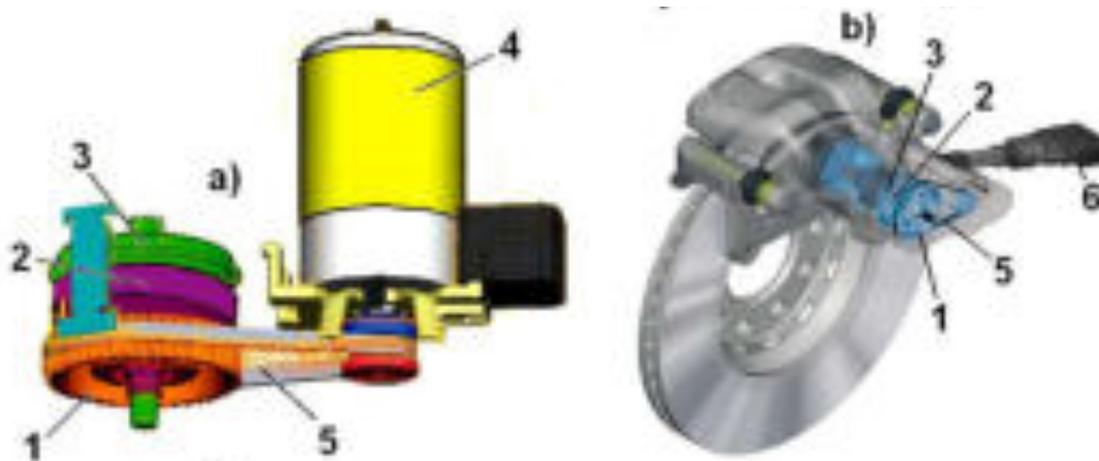
Для прижатия тормозных колодок к диску 2 (см. рисунок 1.20) необходимо преобразовать вращение вала электродвигателя в небольшое поступательное движение поршня 3 тормозного механизма. Ходовой винт 4 (рисунок 1.20) получает вращение от трехступенчатого редуктора, состоящего из зубчатременной передачи 5 (рисунок 1.21) с передаточным отношением 1:3, редуктора с качающейся шестерней 2, и червячной передачи, состоящей из ходового винта 4 (рисунок 1.20) и гайки 3. Частота вращения выходного вала редуктора в 147 раз меньше частоты вращения вала электродвигателя, следовательно, усилие, создаваемое приводом очень велико.



1 – подвижный цилиндр привода рабочего поршня; 2 – тормозной диск; 3 – нажимная гайка, запрессованная в утолщении подвижного цилиндра; 4 – ходовой винт.

Рисунок 1.20 – Привод электромеханического стояночного тормоза.

На ведущем валу редуктора установлена качающаяся коническая шестерня. Ось вращения этой шестерни пересекает ось ведущего вала редуктора под углом. Зубчатый шкив, закрепленный на ведущем валу редуктора, не вращает качающуюся шестерню, а придает её качательные круговые движения. От вращательного движения качающуюся шестерню удерживают направляющие пазы корпуса редуктора.



1 – зубчатый шкив ведущего вала редуктора; 2 – качающаяся шестерня; 3 – ведомая шестерня редуктора; 4 – электродвигатель; 5 – зубчатый ремень; 6 – коннектор (штепсельный разъем).

Рисунок 1.21 – Привод электромеханического стояночного тормозной механизма.

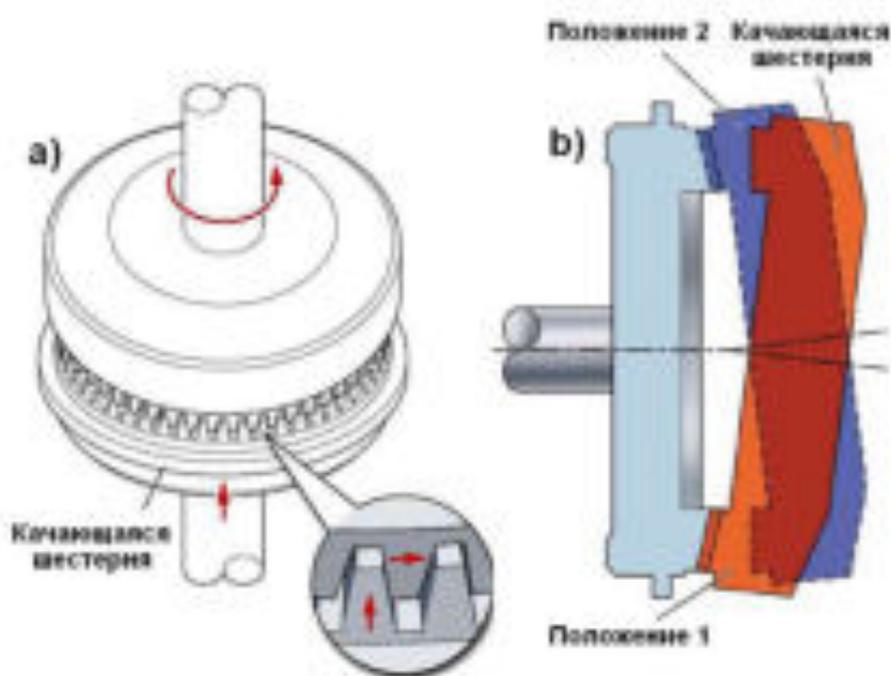


Рисунок 1.22 – Работа качающейся шестерни редуктора привода стояночного тормоза с электрическим управлением.

Качающаяся шестерня (см. рисунок 1.22) имеет 51 зуб, а на ведомой шестерне нарезано 50 зубьев. Из-за этой так называемой "ошибки шага" зуб качающейся шестерни всегда прижимается к боковой поверхности зуба ведомой

шестерни, но никогда не попадает точно во впадину между зубьями. Поступательное движение зуба качающейся шестерни заставляет поворачиваться ведомую шестерню на очень маленький угол.

При вращении ведущего вала редуктора постоянно находятся в зацеплении два зуба качающейся шестерни с двумя зубьями ведомой шестерни. При повороте ведущего вала из положения 1 на пол-оборота (в положение 2) входит в зацепление другая пара зубьев со сдвигом всего лишь на половину ширины зуба. При полном завершении кругового качательного движения, то есть из положения 1 в положение 1 через положение 2 ведомая шестерня получает вращение на угол, равный $7,2^\circ$ ($1/50$ часть 360°).

1.5 Сервисное обслуживание тормозных механизмов

Во время сервисного обслуживания автомобиля обязательно производится осмотр тормозных механизмов с целью выявления неисправностей и оценки износа деталей тормозных механизмов. Тормозные барабаны и диски проверяются на отсутствие трещин и чрезмерного износа рабочих поверхностей, при необходимости рабочие поверхности барабанов и дисков растачивают на специальных токарных станках, если после расточки не будут превышены предельно допустимые значения толщины диска или барабана. Если расточка нецелесообразна – диск или барабан подлежит замене, причем, одновременно меняют диски или барабаны одной оси.

Проверяется упругость стяжных пружин, рабочие поверхности пальцев и опорных элементов. Тормозные механизмы очищают специальными жидкостями для их очистки (спрэйями). Сдувать пыль сжатым воздухом нельзя, так как входящий в состав тормозных колодок асбест является опасным для здоровья веществом.

1.5.1 Замена колодок

Чрезмерный износ хотя бы одной из колодок требует полной замены всех колодок этой оси автомобиля.

Приподняв кузов автомобиля домкратом, и установив надёжную подставку, снимаем колесо, очищаем поверхность тормозного механизма с помощью специального спрея, который носит название «Очиститель тормозов» и продается в аэрозольных баллончиках. Помните, что сдувать пыль ртом или компрессором с тормозных механизмов опасно, так как в состав тормозных колодок входит асбест. Асбест – канцерогенное вещество. Асбестовая пыль провоцирует возникновение рака легких.

Очистив поверхность, расшплинтовываем и вытягиваем направляющие 4 из суппорта (см. рисунок 1.13). Если предусмотрена установка прижимных пружинок и прокладок между колодкой и поршнем, аккуратно вынимаем их, запомнив их расположение.

Отжимать поршни лучше специальным рычагом, так как, прилагая чрезмерное усилие с помощью монтировки, можно погнуть тормозной диск. Помните, что поршни задних тормозных механизмов необходимо повернуть в цилиндре, иначе вы попросту их не задвинете на место.

Вдавлив поршни, проверяем уровень тормозной жидкости. Лишнюю тормозную жидкость можно удалить через штуцеры прокачки тормозов. При снятых тормозных колодках ни в коем случае не нажимайте на педаль тормоза!

Можно удалить излишки тормозной жидкости прямо из бачка с помощью резиновой груши. Важно, чтобы резиновая груша была чистой. Не допускайте попадания влаги и грязи в тормозную жидкость, так как тормозная жидкость, разбавленная водой в соотношении 97:3, то есть впитавшая в себя 3% влаги, снижает температуру кипения сразу на 100°C.

Очищаем пазы, в которых сидят поршни, но без применения нефтяных растворителей. При зачистке пазов нельзя пользоваться острым инструментом.

Обязательно проверяем состояние всех деталей (поршней, уплотнителей, пыльников) не разбирая цилиндр. Если детали повреждены, их надо обязательно заменить. Вставляем новые тормозные колодки и сопутствующие им детали. Колодки должны перемещаться в пазах без заеданий. После установки колодок вставляем на место направляющие штоки.

При замене колодок не забудьте посмотреть, насколько изношен тормозной диск. Если следы износа видны на одной стороне диска, а другая покрыта коррозией – это свидетельство того, что один из поршней «прихватило» в цилиндре, то есть он потерял подвижность.

Увы, единственный способ устранения такой неполадки – замена обоих тормозных дисков и всех тормозных цилиндров этой оси. Ни в коем случае не пытаемся восстановить работоспособность поршня, разобрав суппорт. Некоторые суппорты могут иметь составную конструкцию: половинки узла могут быть стянуты четырьмя болтами. Ни при каких обстоятельствах не допускается отворачивать болты и разъединять две половинки суппорта!

Если диск в хорошем состоянии, то ржавчину с его торцевых поверхностей можно снять с помощью напильника, прижатого к вращающемуся диску. При этой операции обязательно наденьте защитные очки!

Поскольку герметичность гидропривода не нарушалась, в прокачке тормозов нет необходимости. Не забудьте после сборки завернуть штуцеры прокачки, если вы удаляли часть жидкости через них. После сборки необходимо несколько раз нажать на педаль тормоза до того, как вы первый раз тронетесь с места! Поршни встанут в рабочее положение и педаль неожиданно «не провалится».

Первые 200 километров лучше избегать резких торможений: колодкам тоже нужна обкатка.

1.5.2 Разборка тормозных механизмов

Чтобы заменить уплотнения, суппорт придется снимать с автомобиля.

Делать это можно только когда тормозные механизмы полностью остынут.

Соблюдаем общее правило «симметрии»: меняем все одинаковые детали с обеих сторон оси.

Если к суппорту подходит жесткая металлическая трубка, в первую очередь снимаем её, предварительно пережав резиновый тормозной шланг маленькой струбциной. Тормозные колодки можно вынуть до снятия суппорта, но можно снять суппорт вместе с ними. Отвернув болты крепления суппорта к ступице колеса, снимаем суппорт. Прежде чем извлечь поршень из цилиндра, внимательно изучите способ крепления пыльника. Пыльники, манжеты и сальники могут устанавливаться по-разному. Если пыльник прижимается к корпусу пружинным кольцом, снимаем вначале его.

Вставив подходящую по размеру дощечку между поршнями, выжимаем их с помощью сжатого воздуха. Лучше использовать ножной или ручной насос, так как воздух из компрессора имеет довольно высокое давление, и поршень может выскочить из цилиндра с большой скоростью. Аккуратно снимаем уплотнения, не применяя твердых металлических предметов. Острым предметом можно поцарапать как сам цилиндр, так и повредить установочные проточки в нем.

Если на поршне или на поверхности цилиндров имеется глубокая коррозия, необходимо замена деталей. Если коррозия незначительна, зачистите её, и промойте детали специальным очистителем тормозов или техническим спиртом. В крайнем случае, можно воспользоваться тормозной жидкостью.

1.5.3 Сборка тормозных механизмов

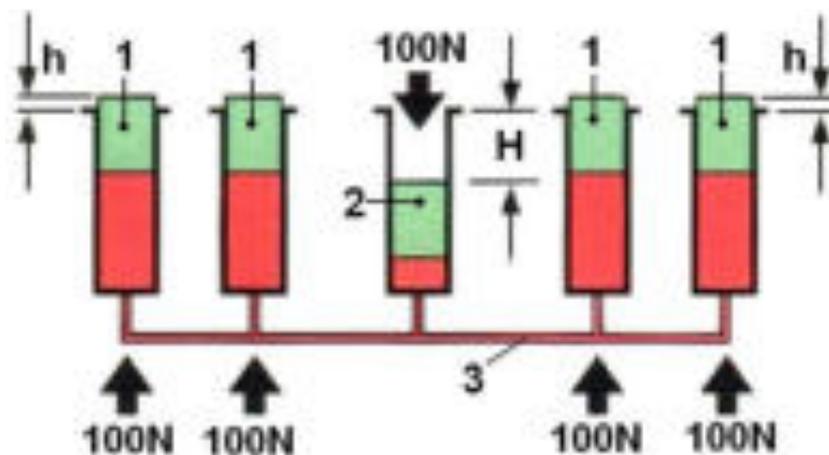
Перед сборкой все детали обязательно смажьте тормозной жидкостью, это облегчит выполнение операций и защитит внутренние полости от коррозии. Вставляем манжеты в канавки цилиндров. Аккуратно, не прилагая значительных усилий, вставляем поршень в цилиндр. Пыльники смазывать тормозной жидкостью не следует – это облегчит работу с ними, так как пыльники

будут выскальзывать из рук и из установочного паза на поршне. Аккуратно наденьте пыльник на место, и, если устанавливался крепеж пыльника, установите его на места.

1.6 Гидравлический привод рабочей тормозной системы

Принцип действия гидравлического привода тормозных систем автомобилей основан на использовании закона, открытого в 1663 году французским физиком Блезом Паскалем: «Давление на поверхность жидкости, производимое внешними силами, передается жидкостью одинаково во всех направлениях».

Рассмотрим гидравлическую модель, которая работает по закону, Паскаля.



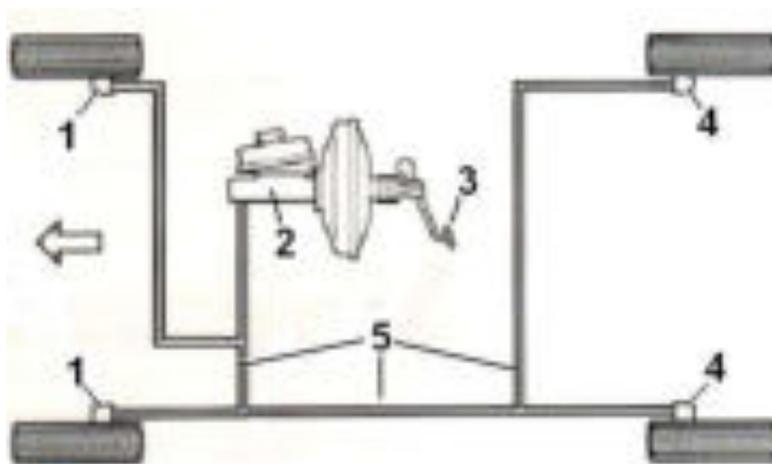
H – перемещение поршня в главном тормозном цилиндре; h – перемещение поршня в колесном тормозном цилиндре; 1 – колесные тормозные цилиндры; 2 – главный тормозной цилиндр; 3 – соединительные трубопроводы.

Рисунок 1.23 – Гидравлическая модель привода тормозных цилиндров.

Гидравлическая модель, представленная на рисунок 1.23, состоит из главного гидравлического цилиндра 2, и четырех исполнительных цилиндров 1. Все цилиндры снабженными поршнями одного и того же диаметра и соединены трубками 3, по которым жидкость может перетекать из главного в каждый исполнительный цилиндр, и обратно.

Приложим к поршню главного гидравлического цилиндра 2 силу в 100

Ньютон. По закону Паскаля на поршни исполнительных цилиндров, имеющих тот же диаметр, что и поршень главного цилиндра, будут действовать силы, величиной по 100 Ньютон. Однако, для обеспечения перемещения поршней рабочих цилиндров на величину (h), поршню главного цилиндра придется переместиться на расстояние (H), равное сумме перемещений всех четырех поршней исполнительных цилиндров.



1 – колесные тормозные цилиндры передней оси; 2 – главный тормозной цилиндр; 3 – педаль тормоза; 4 – колесные тормозные цилиндры задней оси; 5 – питающая магистраль (контур).

Рисунок 1.24 – Одноконтурная тормозная система.

Это утверждение лежит в основе устройства гидравлического привода тормозных механизмов автомобиля, изображенного на рисунок 1.24.

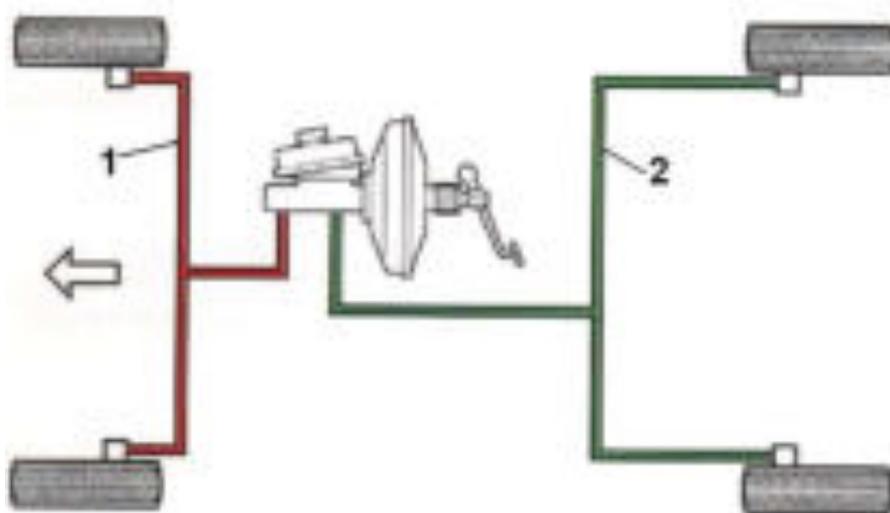
Гидравлический привод тормозной системы автомобиля состоит из следующих компонентов:

- Исполнительных (рабочих) тормозных цилиндров 1 передней оси, и исполнительных тормозных цилиндров 4 задней оси;
- Главного тормозного цилиндра 2;
- Педали тормоза 3;
- Соединительных магистралей 5.

Показанная на рисунке тормозная система носит название одноконтурной, так как вся жидкость из главного тормозного цилиндра поступает к исполнительным (рабочим) тормозным цилиндрам по одному рабочему контуру,

то есть по системе трубопроводов, объединенных в одну гидравлическую линию. Такая тормозная система крайне ненадежна, так как потеря герметичности любым из компонентов тормозной системы приводит в нерабочее состояние всю тормозную систему.

Современные тормозные системы должны комплектоваться как минимум двумя изолированными контурами (гидравлическими линиями), чтобы повреждение одного из контуров не лишило возможности водителя остановить автомобиль.



1 – питающая магистраль переднего контура; 2 – питающая магистраль заднего контура.

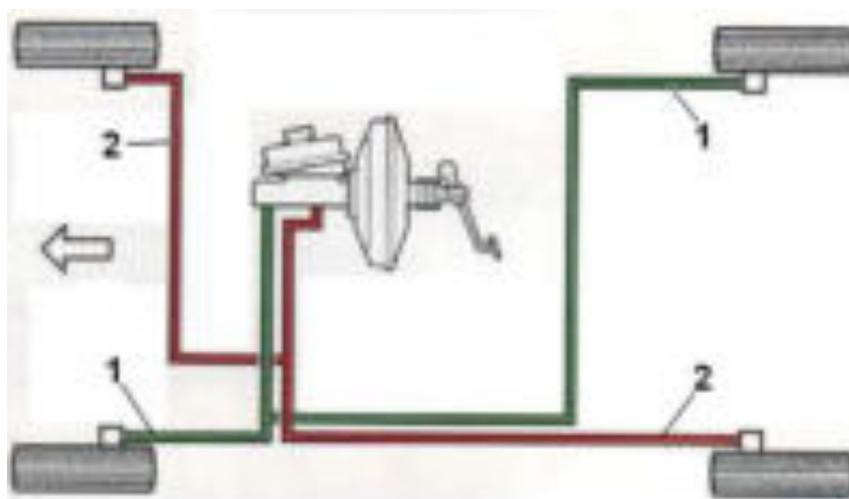
Рисунок 1.25 – Двухконтурная тормозная система.

На рисунке 1.25 изображена двухконтурная тормозная система с изолированными контурами. Повреждение одного из контуров, конечно же, снизит работоспособность всей системы, однако позволит остановить автомобиль с помощью другого исправного контура. Контур 1 обеспечивает поступление тормозной жидкости к передней оси, а контур 2 – к задней оси автомобиля.

Такая система надежнее, чем одноконтурная, но в результате перераспределения нагрузки по осям, возникающим при интенсивном торможении автомобиля, передняя ось принимает на себя нагрузку около 75% веса автомобиля, а задняя, всего 25%. При торможении на высоких скоростях задняя ось

автомобиля в результате действия силы инерции, приложенной к центру тяжести автомобиля, разгружается настолько, что эффективность её торможения может оказаться близкой к нулю. Это значит, что разделение контуров на передний и задний не гарантирует сохранения возможности эффективного торможения.

Более эффективной с точки зрения безопасности, является двухконтурная диагональная тормозная система, у которой каждый из контуров обеспечивает одно переднее и одно заднее колесо. Такая схема хотя и обеспечивает эффективность торможения только на 50%, но все же надежнее ранее рассмотренной.



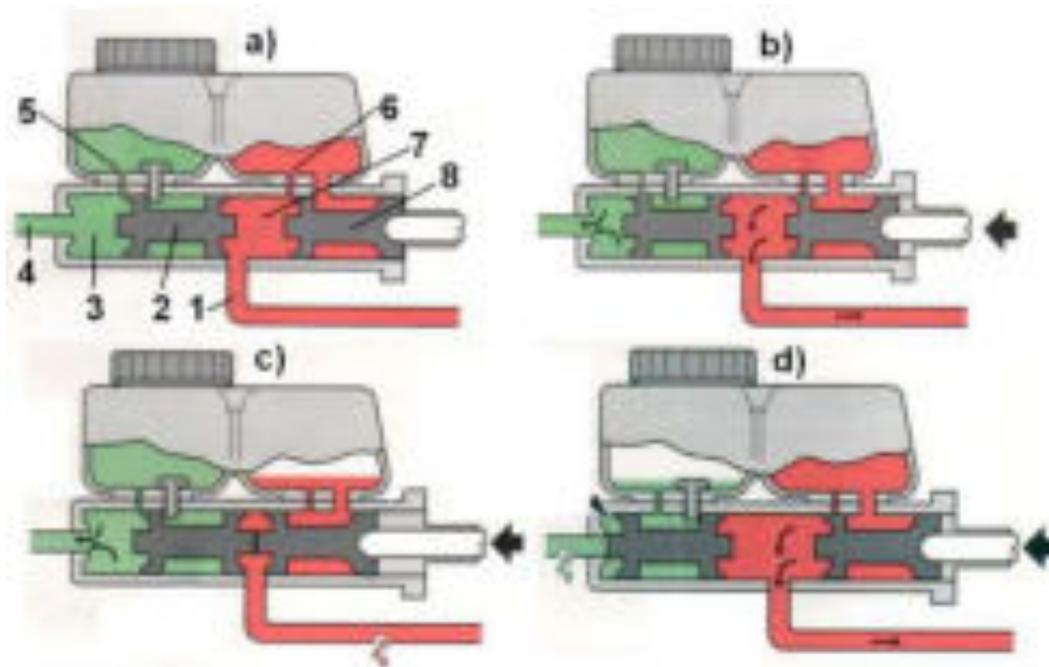
1 – контур питания правого переднего и левого заднего рабочих цилиндров; 2 – контур питания левого переднего и правого заднего рабочих цилиндров.

Рисунок 1.26 – Комбинированная тормозная система.

Еще большей эффективностью будет обладать комбинированная тормозная система, изображенная на рисунке 1.26. У этой системы тормозные механизмы передней оси получают усилие от двух изолированных друг от друга контуров, так же, как и задние тормозные механизмы. Такая система при выходе из строя любого контура позволяет тормозить хотя бы одним передним колесом, имеющим большую эффективность торможения.

1.6.1 Принцип работы главного тормозного цилиндра

Вначале рассмотрим принцип работы главного тормозного цилиндра на упрощенной модели, изображенной на рисунке 1.27а.



а – начальное положение главного тормозного цилиндра; б – торможение при обоих исправных контурах; в – торможение при неисправном заднем контуре; г – торможение при неисправном переднем контуре; 1 – магистраль второго питающего контура; 2 – поршень первого контура; 3 – рабочая полость первого контура; 4 – магистраль первого контура; 5 – дренажное отверстие первого контура; 6 – дренажное отверстие второго контура; 7 – рабочая полость второго контура; 8 – поршень второго контура.

Рисунок 1.27 – Упрощенная модель главного тормозного цилиндра и принцип её работы.

Резервный тормозной бачок имеет две изолированные полости, которые соединены дренажными отверстиями 5 и 6 с полостью 3 первого и полостью 3 второго контуров. При отпущенной педали тормоза поршни 2 и 8 первого и второго контуров находятся в крайнем правом положении, при котором тормозная жидкость может поступать не только в рабочие полости из линий питания 1 и 4 колесных тормозных цилиндров, но и через дренажные отверстия

5 и 6 вытекать в резервные емкости бачка.

При нажатии на педаль тормоза (см. рисунок 1.27b) толкатель воздействует на поршень 8 второго контура, который, перемещаясь влево, закроет дренажное отверстие 6, изолируя рабочую полость 7 от резервной емкости. Давление, создаваемое водителем при перемещении поршня 8, заставит жидкость двигаться по линии питания 1 к рабочему тормозному цилиндру второго контура.

Одновременно давление в рабочей полости 7 будет действовать и на поршень 2 первого контура, который также начнет двигаться влево. Движущийся поршень 2 перекроет дренажное отверстие 5 и станет вытеснять тормозную жидкость из рабочей полости 3, которая по линии питания 4 будет поступать в рабочий тормозной цилиндр первого контура.

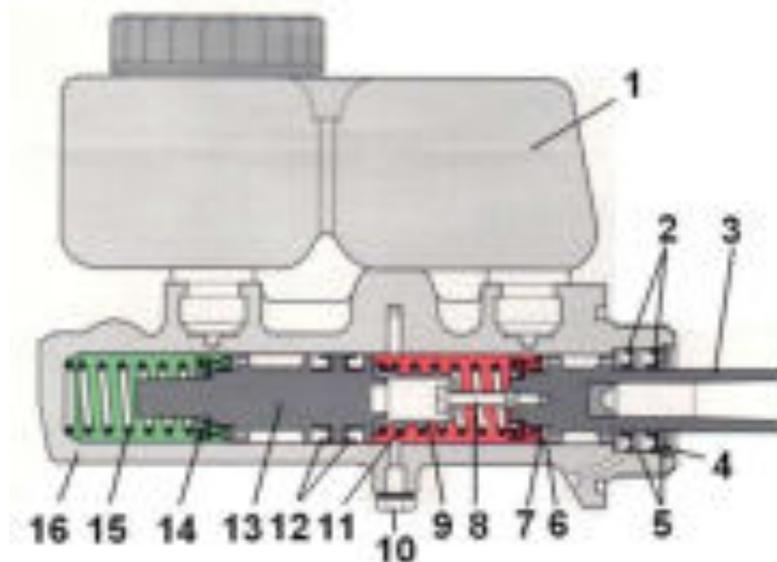
В случае потери герметичности вторым контуром (см. рисунок 1.27c), поршень 8, вытесняя жидкость из рабочей полости 7 через поврежденный контур 1, войдет в непосредственное соприкосновение с поршнем 2 первого контура. Поршень 2, толкаемый поршнем 8, будет перемещаться влево, и начнет подавать тормозную жидкость из рабочей полости 3 исправного контура 4 к рабочим тормозным цилиндрам.

Полной потери работоспособности тормозной системы не произойдет, так как в колесные тормозные цилиндры одной из осей автомобиля, или в колесные тормозные цилиндры двух диагонально расположенных колес будет поступать тормозная жидкость под давлением, производя прижатие колодок к тормозным барабанам (дискам).

Аналогичным образом будет происходить наполнение исправного второго тормозного контура при потере герметичности первым контуром. В этом случае (см. рисунок 1.27d) поршень 2 первого контура подастся вперед до упора в корпус, а тормозная жидкость из полости 7 исправного контура 1 будет поступать к рабочим тормозным цилиндрам.

Рассмотрим принцип работы главного тормозного цилиндра типа «Тан-

дем», применяемого на легковых автомобилях, небольших грузовиках и микроавтобусах, оснащенных двухконтурной тормозной системой.



1 – резервный двуполостной бачок; 2 – уплотнительные резиновые элементы; 3 – толкатель с поршнем второго контура; 4 – кольцевой пружинный стопор; 5 – опорная и распорная предохранительная шайбы; 6 – тарельчатый клапан; 7 – резиновое уплотнение контуров; 8 – винт стяжки; 9 – опорный стакан; 10 – стопорный болт; 11 – возвратная пружина второго контура; 12 – межконтурные разъединительные уплотнительные элементы; 13 – поршень первого контура; 14 – упорное металлическое кольцо; 15 – возвратная пружина первого контура; 16 – корпус главного тормозного цилиндра.

Рисунок 1.28 – Принцип работы главного тормозного цилиндра типа «Тандем».

При отпущенной педали тормоза толкатель 3, сделанный заодно с поршнем второго контура (см. рисунок 1.28) не испытывает воздействия со стороны водителя, поэтому под действием возвратной пружины 11 второго и возвратной пружины 15 первого контура поршень 13 первого контура и поршень с толкателем 3 первого контура занимают исходное положение.

В этом положении обе емкости резервного бачка 1 получают соединение с соответствующими рабочими полостями главного тормозного цилиндра, заполняя эти полости тормозной жидкостью.

При нажатии на тормоз педаль действует на толкатель 3, приводя в движение поршень второго контура, который, перемещаясь влево, закрывает соединительное отверстие, через которое тормозная жидкость заполняла рабочую полость второго контура. В рабочей полости второго контура начнет нарастать давление, которое, воздействуя на кромки резинового уплотнения 7, прижмет их к внутренней цилиндрической поверхности главного тормозного цилиндра, обеспечив герметичность контура. Тормозная жидкость из второго контура начнет поступать к рабочим (колесным) тормозным цилиндрам.

Нарастающее давление в рабочей полости второго контура будет действовать на поршень 13 первого контура, который под действием этого давления начнет перемещаться влево, сжимая возвратную пружину 15. Давление в первом контуре начнет нарастать, прижимая кромки резинового уплотнения этого поршня к внутренней поверхности корпуса главного тормозного цилиндра, тем самым обеспечивая герметичность первого контура.

Во избежание перетекания тормозной жидкости из одного контура в другой на поршне 13 первого контура установлены межконтурные разъединительные уплотнения 12. Перемещаясь влево, поршень 13 первого контура будет вытеснять тормозную жидкость из рабочей полости к колесным тормозным цилиндрам.

Если водитель отпустит педаль тормоза, поршень 13 первого контура под действием силы сжатия пружины 15 начнет перемещаться вправо. Тормозная жидкость из колесных тормозных цилиндров начнет возвращаться в рабочую полость первого контура с некоторым запаздыванием, поэтому в рабочей полости второго контура возникнет небольшое разрежение. Под действием этого разрежения тормозная жидкость из цилиндрической выточки поршня 13 по торцевым каналам начнет поступать в рабочую полость первого контура, отжав тарельчатый клапан 6. Если водитель вновь нажмет на педаль тормоза, то под действием возрастающего давления в контуре тарельчатый клапан 6 закроется, перекрыв каналы, соединяющие рабочую полость с цилин-

дрической выточкой поршня 13. Такое пополнение рабочей полости тормозной жидкостью необходимо для приведения в действие тормозов «со второго качка», что часто бывает при попадании в контур воздуха.

Аналогичным образом устроен второй контур двухконтурного главного тормозного цилиндра, и принцип его работы ничем не отличается от принципа работы первого контура.

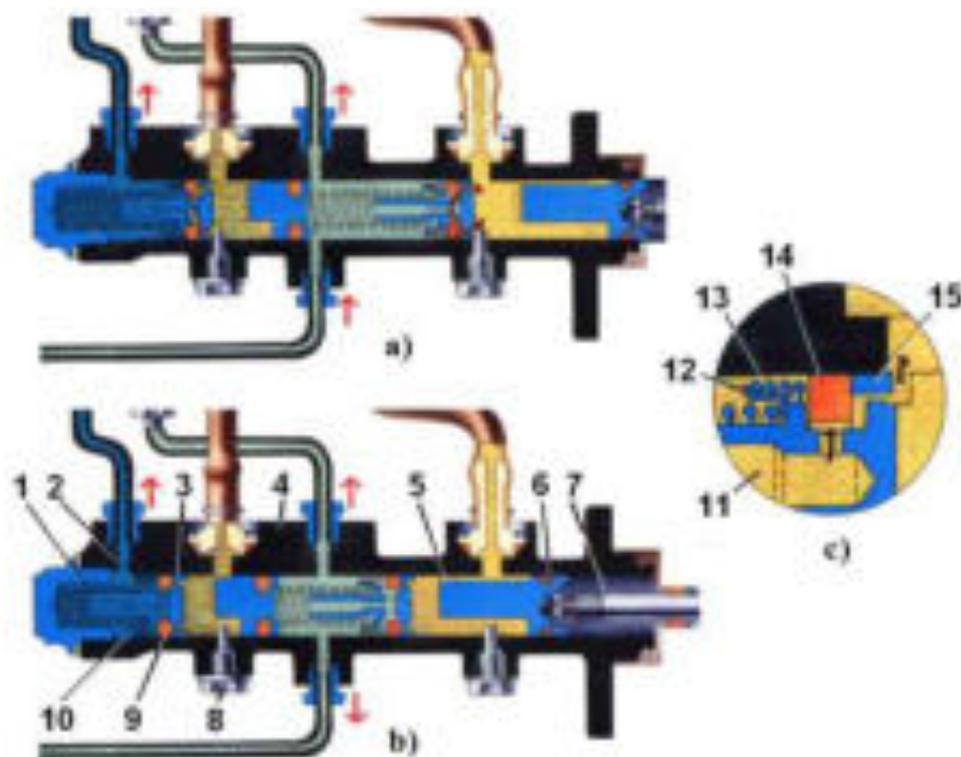
При потере герметичности вторым контуром тормозная жидкость под действием перемещающегося поршня с толкателем 3 из его рабочей полости будет свободно вытекать, а поршень будет подаваться влево не испытывая значительного сопротивления. Перемещение поршня 3 будет происходить до тех пор, пока не произойдет сжатие возвратной пружины 11, и поршень 3 своей торцевой поверхностью не упрется в опорный стакан 9. При этом стяжной винт 8 будет углубляться во внутреннюю полость опорного стакана. Перемещение поршня 13 первого контура произойдет в результате прямого давления поршня 3 через опорный стакан 9 на торцевую поверхность поршня 13. Из рабочей полости первого контура тормозная жидкость будет поступать к колесным тормозным цилиндрам в обычном режиме.

Для предотвращения вытекания всей тормозной жидкости из обеих полостей, резервный бачок 1 имеет перегородку, разделяющую внутреннюю полость бачка на две части. Если уровень в бачке выше перегородки, тормозная жидкость может перетекать из одной половины в другую, но как только уровень жидкости в резервном бачке упадет, одна половинка резервного бачка останется заполненной тормозной жидкостью.

Для замены изношенных частей главного тормозного цилиндра необходимо снять кольцевой пружинный стопор 4. Поршень 3 второго тормозного контура вместе с уплотнительными резиновыми элементами 2 и опорной и распорной шайбами 5, опорным стаканом 9 с надетой на него возвратной пружиной 11, удерживаемой в сжатом состоянии стяжным винтом 8, можно вынуть из корпуса главного тормозного цилиндра. Затем, вывернув стопорный болт 10, вынуть детали первого контура.

Перед сборкой внимательно осмотрите внутреннюю рабочую цилиндрическую поверхность (зеркало) корпуса 16 главного тормозного цилиндра на отсутствие задиров, рисок и сильного износа.

Сборку главного тормозного цилиндра производите в обратной последовательности, предварительно установив новые уплотнительные элементы из ремонтного комплекта. Все детали перед сборкой должны быть смазаны чистой тормозной жидкостью.



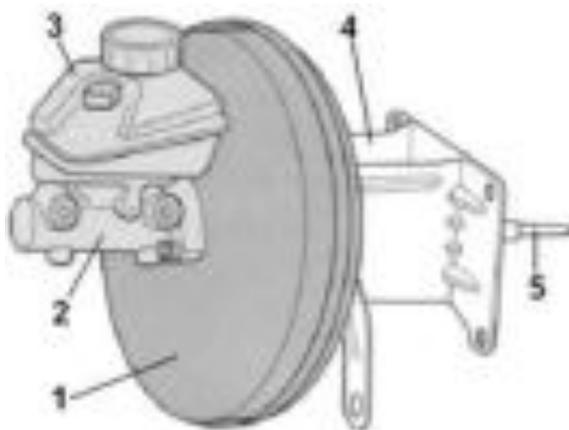
а – педаль тормоза отпущена; б – педаль тормоза нажата; с – путь тормозной жидкости из контура в резервную емкость; 1 – рабочий поршень с удлинителем; 2 и 13 – пружина прижатия резинового поршневого уплотнения; 3 и 15 – подвижное кольцо, обеспечивающее смещение резинового поршневого уплотнения для обеспечения слива тормозной жидкости; 4 – корпус главного тормозного цилиндра; 5 – толкатель; 6 – кольцевое уплотнение толкателя; 7 – шток педали тормоза; 8 – стопорный болт-ограничитель; 9 и 14 – резиновое уплотнение рабочего поршня; 10 – возвратная пружина рабочего поршня; 11 – внутренняя полость удлинителя рабочего поршня; 12 – упорная шайба.

Рисунок 1.29 – Двухконтурный главный тормозной цилиндр отечественного автомобиля.

Аналогичным образом устроен и двухконтурный главный тормозной цилиндр отечественных автомобилей (см рисунок 1.29). Отличительной особенностью является наличие двух стопорных болтов 8, которые играют роль упорных элементов, необходимых для обеспечения соединения рабочей полости контура с емкостями резервного бачка. Подвижное кольцо 15, упираясь в стопорный болт 8, отодвигает уплотнительный элемент 14 от лабиринтного канала, соединяющего рабочую полость с емкостью резервного бачка.

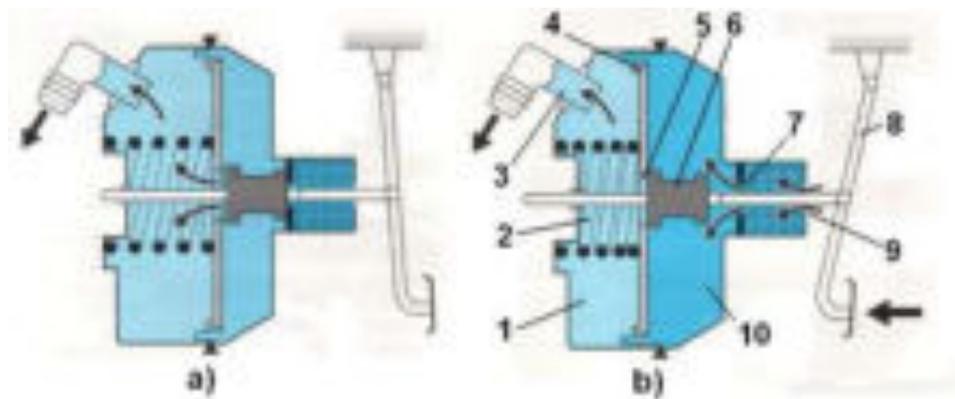
1.6.2 Принцип работы вакуумного усилителя

Вакуумный усилитель 1 (см. рисунок 1.30) крепится на кронштейне 4 между педалью тормоза и главным тормозным цилиндром 2 с резервным бачком 3. Толкатель 5 не оказывает непосредственного воздействия на толкатель главного тормозного цилиндра, а воздействует на механизм вакуумного усилителя. Вакуумный усилитель уменьшает усилие, прилагаемое к тормозной педали, облегчая работу водителя. Усиливающий эффект вакуумного усилителя основан на использовании разрежения, возникающего во впускном трубопроводе работающего автомобильного двигателя.



1 – корпус вакуумного усилителя; 2 – главный тормозной цилиндр; 3 – резервный бачок; 4 – кронштейн крепления вакуумного усилителя; 5 – толкатель педали тормоза.

Рисунок 1.30 – Вакуумный усилитель тормозов.



1 – пружинная (вакуумная) полость; 2 – возвратная пружина; 3 – вакуумный патрубок с обратным клапаном; 4 – диафрагма; 5 – соединительное отверстие; 6 – клапан; 7 – впуск воздуха в рабочую (диафрагменную) полость; 8 – привод тормоза; 9 – впуск воздуха через фильтрующий элемент в вакуумный усилитель; 10 – рабочая (диафрагменная) полость.

Рисунок 1.31 – Работа вакуумного усилителя привода тормозов.

Для создания разрежения на корпусе вакуумного усилителя смонтирован патрубок 3 (см. рисунок 1.31а) со встроенным обратным клапаном, соединенный с впускным трубопроводом двигателя. При работе двигателя разрежение во впускном трубопроводе вытягивает воздух из полости 1. При отпущенной педали тормоза 8 толкатель педали прижимает золотник 6 к впускному отверстию 7, препятствуя поступлению атмосферного воздуха во внутренние полости вакуумного усилителя. Одновременно золотник 6 держит открытым перепускное отверстие 5, обеспечивая сообщение между полостями 1 и 10. Таким образом, в обеих полостях устанавливается одинаковое по величине разрежение.

При нажатии на педаль 8 тормоза (см. рисунок 1.31b) толкатель перемещает золотник 6 влево, закрывая перепускное отверстие 5 и открывая впускное отверстие 9. Через открывшееся впускное отверстие 9 воздух под атмосферным давлением поступает в полость 10, оказывая воздействие на диафрагму 5. В результате поступления воздуха в полости 10 создается атмосферное давление, а в полости 1 разрежение, создаваемое двигателем. Перепад давлений заставляет перемещаться диафрагму 5 навстречу возвратной пружине 2. Шток,

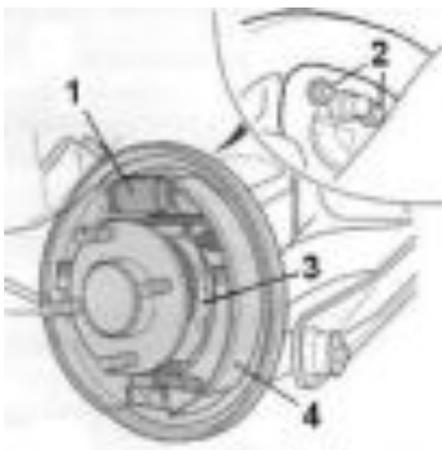
прикрепленный к золотнику 6, передает усилие на толкатель главного тормозного цилиндра.

На приведенных рисунках показана схема простейшего вакуумного усилителя. Реальный вакуумный усилитель устроен немного сложнее, но подробно останавливаться на изучение его конструкции мы не будем, так как этот прибор при его неисправности подлежит замене.

Проверку работоспособности вакуумного усилителя провести довольно просто. При остановленном двигателе несколько раз нажимают на педаль тормоза, пока не станет ощутимым сопротивление педали. Затем, удерживая педаль в нажатом состоянии, запускают двигатель. Если педаль подается вперед – вакуумный усилитель исправен.

1.6.3 Устройство рабочих тормозных цилиндров

Рабочий (колесный) тормозной цилиндр 1 (см. рисунок 1.32) крепится двумя болтами 2 к опорному тормозному щитку 3, который закреплен на поворотном кулаке, если это колесо управляемое, или прикреплен на оси заднего моста при помощи болтов, крепящих ступицу колеса на оси автомобиля.



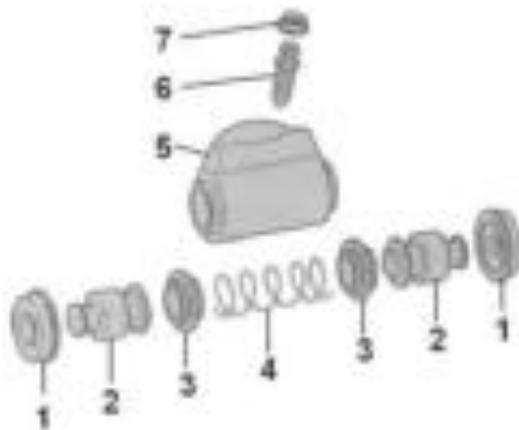
1 – тормозной колесный цилиндр; 2 – крепление колесного тормозного цилиндра; 3 – опорный диск тормозного механизма; 4 – тормозная колодка.

Рисунок 1.32 – Барабанный тормозной механизм.

Рабочий тормозной цилиндр имеет штуцер для подвода тормозной жидкости от главного тормозного цилиндра, а также штуцер 6 (см. рисунок 1.33),

расположенный в верхней части цилиндра, который служит для удаления воздуха из корпуса цилиндра. Штуцер удаления воздуха 6 для предотвращения загрязнения прикрыт сверху резиновой заглушкой 7. Внутри корпуса 5 колесного тормозного цилиндра установлены два поршня 2, с надетыми на их цилиндрические выточки резиновыми уплотнениями (манжетами) 3. Между поршнями установлена пружина 4, упирающаяся двумя концами в поршни 2. Снаружи на поршни 2 и корпус 5 надеты резиновые пыльники 1, предотвращающие попадание грязи внутрь цилиндра.

Пружина 4 подбирается по жесткости так, что она препятствует полному схождению поршней при прекращении торможения. Если допустить полное схождение поршней, то жидкости, вытесняемой поршнями главного тормозного цилиндра, может не хватить для прижатия колодок к тормозному барабану.



1 – пыльник; 2 – поршень; 3 – уплотнение (манжета); 4 – пружина; 5 – корпус колесного тормозного цилиндра; 6 – клапан удаления воздуха; 7 – защитный резиновый колпачок.

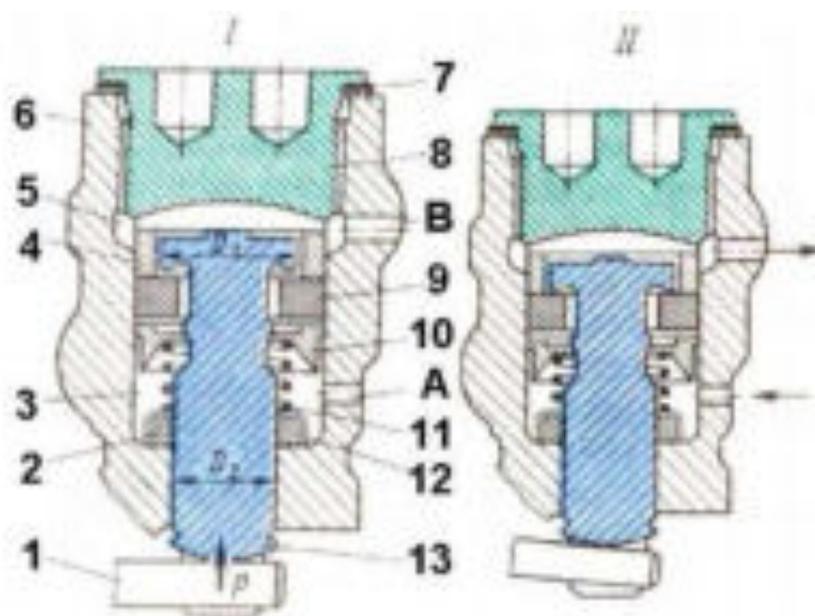
Рисунок 1.33 – Устройство колесного тормозного цилиндра.

На некоторых моделях автомобилей устанавливают специальные пружинные разрезные кольца, которые надеты на цилиндрические выточки поршня. Разрезное кольцо имеет возможность небольшого перемещения в осевом направлении по выточке поршня. При нажатии на педаль тормоза поршень перемещается внутри цилиндра вместе с разрезным кольцом. При этом разрезное кольцо оказывается отодвинутым к концу цилиндрической выточки.

Обратное движение поршня ограничено шириной цилиндрической выточки.

1.6.4 Устройство и принцип работы регулятора тормозных сил задней оси легкового автомобиля

Регулятор тормозных сил устанавливает давление в приводе тормозных механизмов задних колес автомобиля пропорционально загрузке транспортного средства. Регулятор тормозных сил работает как клапан, который перекрывает подачу тормозной жидкости к колесным тормозным цилиндрам при достижении давления, заданного вертикальной нагрузкой, воспринимаемой задней осью автомобиля.



1 – упругий элемент, связывающий заднюю ось автомобиля с регулятором; 2 – уплотнение подвижного элемента (штока); 3 – штоковая полость регулятора; 4 – неподвижное кольцо; 5 – поршневая полость регулятора; 6 – корпус регулятора; 7 – уплотнение корпуса регулятора; 8 – элемент крепления регулятора к корпусу автомобиля; 9 – подвижное разъединительное уплотнение; 10 – направляющий элемент штока; 11 – распорная пружина; 12 – защитная чашка штокового уплотнения.

Рисунок 1.34 – Конструкция регулятора тормозных сил задней оси легкового автомобиля.

Корпус регулятора 6 прикреплен к кузову автомобиля посредством специального крепежного элемента, ввернутого в корпус регулятора. Торсионный пружинный вал 1 соединен с задней осью автомобиля. При загрузке автомобиля расстояние между его кузовом и задней осью уменьшается из-за прогиба упругого элемента подвески. При этом торсионный элемент, работающий на скручивание, действует снизу на поршень 13 регулятора с силой, пропорциональной нагрузке.

При торможении жидкость из главного тормозного цилиндра поступает в корпус регулятора через канал А и проходит через зазор между поршнем 13, втулкой 4 и уплотнителем 9, прижатым снизу тарелкой 10 силой сжатия пружины 11. Эта пружина нижним концом упирается в резиновое уплотнение 12, обеспечивающего герметичность зазора между корпусом 6 и поршнем 13. Далее тормозная жидкость через поршневую полость 5 регулятора перетекает в канал В и далее к рабочим тормозным цилиндрам задней оси.

Чтобы понять принцип работы регулятора, рассмотрим несколько гидравлических моделей, изображенных на рисунке 1.35.

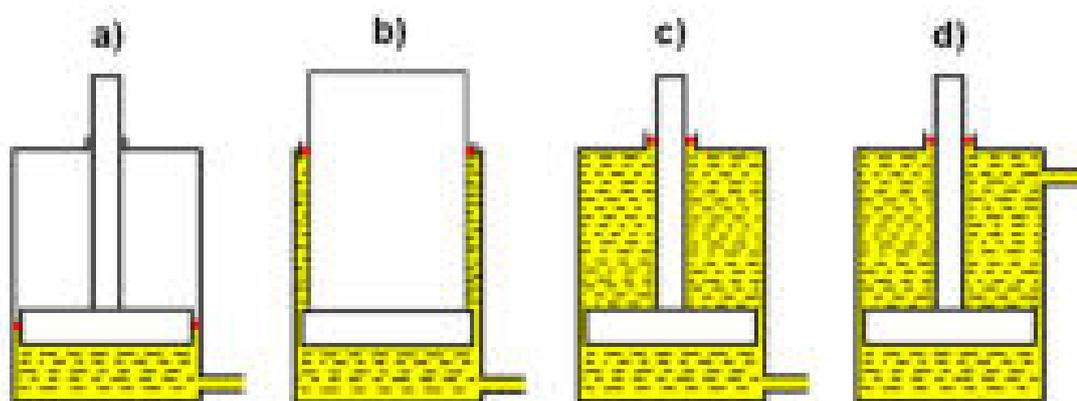


Рисунок 1.35 – Варианты установки поршня со штоком в гидравлический цилиндр.

Пусть во все четыре гидравлические модели подается жидкость под давлением. Попробуем проанализировать, у каких из этих четырех моделей поршень будет перемещаться в результате подачи жидкости во внутреннюю полость под давлением?

Оказывается, все четыре модели. А теперь проанализируем, какая сила

заставляет поршень перемещаться, и в какую сторону?

В модели, приведенной на рисунок 1.35а жидкость подается под поршень. Уплотнение установлено между поршнем и корпусом цилиндра. Вы с уверенностью скажете, что при подаче жидкости под поршень он начнет подниматься вверх.

В модели в того же рисунка жидкость подается под поршень и, хотя уплотнение установлено между штоком и цилиндром, поршень вместе со штоком будет выталкиваться поступающей жидкостью.

Почему это происходит? На поршень снизу действует сила, которая равна произведению площади поршня на давление жидкости.

Сверху на поршень действует сила, величина которой равна произведению давления жидкости на площадь поршня за вычетом площади, занимаемой штоком. Снизу на поршень действует сила по величине большая, чем сверху, и это обусловлено разницей в величине площадей.

А что будет, если верхняя часть поршня станет по площади еще меньше (см. рисунок 1.35с). Ну и что, все же сила, действующая на поршень снизу, будет больше силы, действующей на поршень сверху. Поэтому поршень будет перемещаться вверх.

А если жидкость подавать не под поршень, а в полость со стороны штока (см. рисунок 1.35d)? Изменится ли режим движения и сила, действующая на поршень со штоком? Жидкость, проникая между поршнем и стенкой цилиндра, по закону Паскаля будет действовать с одинаковым по величине давлением как сверху, так и снизу, поэтому поршень будет перемещаться вверх, то есть в сторону штока.

А если перевернуть эту гидравлическую модель, изменится что-нибудь? Конечно же ничего не изменится, только поршень в результате подачи жидкости под давлением будет перемещаться вниз, опять же в сторону штока.

А теперь, для сравнения, рассмотрим устройство регулятора и последнюю гидравлическую модель, которую мы перевернули (см. рисунок 1.36).

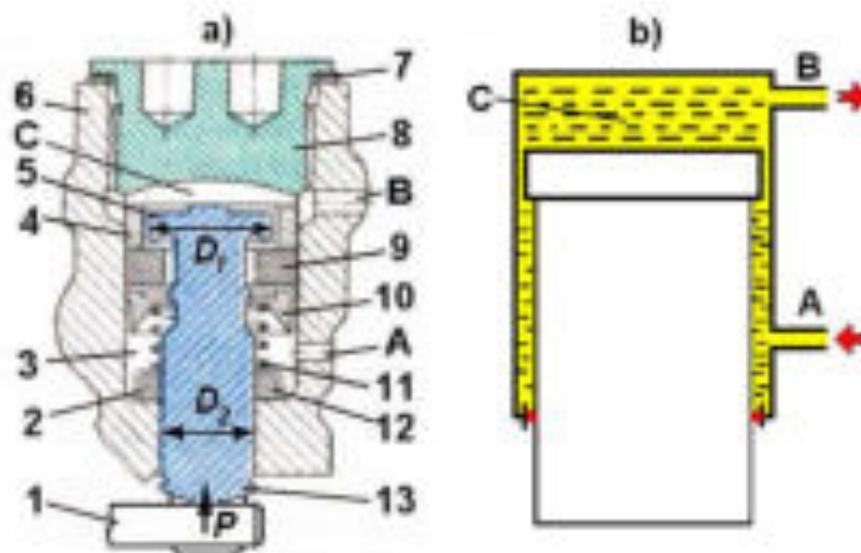


Рисунок 1.36 – Сравнение конструкции регулятора тормозных сил в задней оси легкового автомобиля с его гидравлической моделью.

Тормозная жидкость, поступающая через нижний канал А, проникает через зазоры между поршнем 13, уплотнением 9 и втулкой 4 в полость над поршнем и через канал В, поступает к колесным тормозным цилиндрам. Поршни колесных цилиндров действуют на колодки, прижимая их к диску или барабану. В канале В, надпоршневой и штоковой полостях, а также в канале А давление начнет возрастать, при этом поршень придет в движение, причем начнет перемещаться вниз, навстречу силе Р, величина которой зависит от степени нагрузки, приходящейся на заднюю ось автомобиля. Перемещение прекратится, когда поршень 13 своей кромкой 5 упрется в уплотнение 9, перекрывая поступление тормозной жидкости к колесным цилиндрам.

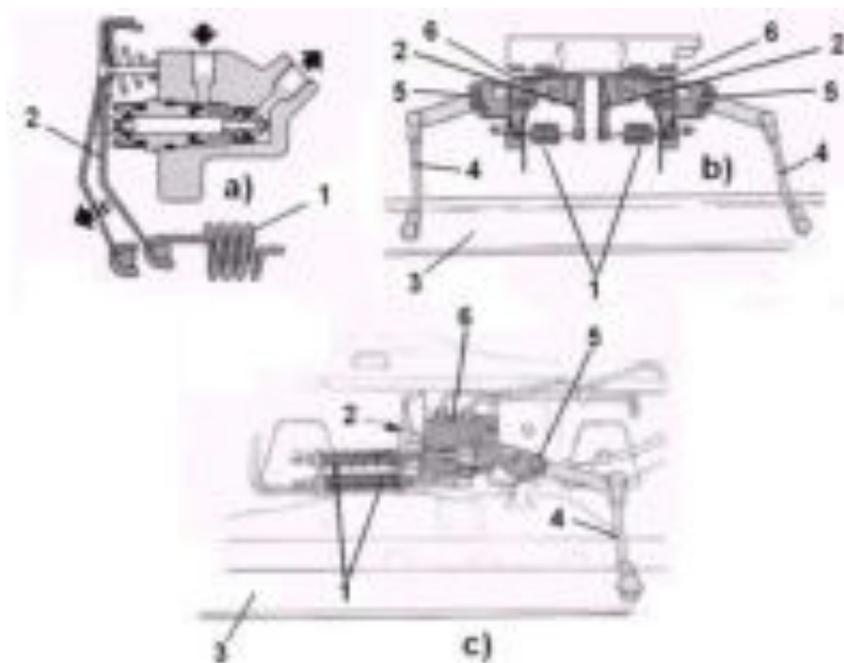
При интенсивном торможении автомобиль наклоняется вперед, при этом нагрузка на заднюю ось снижается, следовательно, снижается сила Р с которой на поршень 13 действует торсионный элемент 1. Сила, действующая на поршень сверху, оказывается по величине большей, нежели сумма сил от действия торсионного элемента и от давления, умноженного на разницу площадей поршня 5 и штока 13. Эта сила заставляет поршень перемещаться вниз, не теряя контакта с уплотнением 9. Уплотнение вместе с поршнем переместится вниз, сжимая пружину 11. Движение остановится, когда возникнет новое динамическое равновесие. Но при движении поршня вниз объем полости

С над поршнем увеличится, и в этот объем будет вытянута часть жидкости через канал В из колесных тормозных цилиндров. Тормозная сила на задней оси уменьшится, что предотвратит риск блокировки задних колес и их неуправляемое движение (занос).

Как только водитель снимет ногу с педали тормоза, жидкость по каналу А перестанет поступать в корпус регулятора. Давление в штоковой полости регулятора снизится, а в надпоршневой полости останется на прежнем уровне. Это повышенное давление будет оказывать воздействие на уплотнение 9, так как между поршнем 5 и втулкой 4 есть зазор. Снизу на уплотнение будет действовать только сила сжатия пружины. Гидравлическое давление заставит уплотнение перемещаться вниз. Кроме того, после прекращения торможения автомобиль выравнивается, и сила, действующая на поршень со стороны торсионного элемента, увеличивается, что в свою очередь, заставит поршень 5 вместе со штоком 13 перемещаться вверх. Все это будет способствовать образованию зазора между кромкой поршня 5 и уплотнением 9 и возврату тормозной жидкости из колесных тормозных цилиндров в главный тормозной цилиндр.

Рассмотренная конструкция регулятора тормозных сил применяется на автомобилях, оснащенных обычной двухконтурной системой торможения. Если же на автомобиле установлена диагональная (комбинированная) двухконтурная система торможения, в системе торможения задних колес устанавливают два отдельных регулятора тормозных сил, обслуживающих каждый свое колесо задней оси, или два регулятора, объединенных в одном корпусе.

На рисунке 1.37 изображен регулятор тормозных сил задней оси легкового автомобиля, снабженного двухконтурной диагональной тормозной системой. Корпуса регуляторов 6 закреплены на лонжероне кузова автомобиля. К задней оси 3 автомобиля прикреплены тяги 4, которые через систему рычагов 5 связаны со стержнем, проходящем через пружину 1. Сила сжатия пружины 1 зависит от расстояния между задней осью 3 и кузовом автомобиля. Рычаг 2 передает силу сжатия пружины 1 на поршень регулятора.



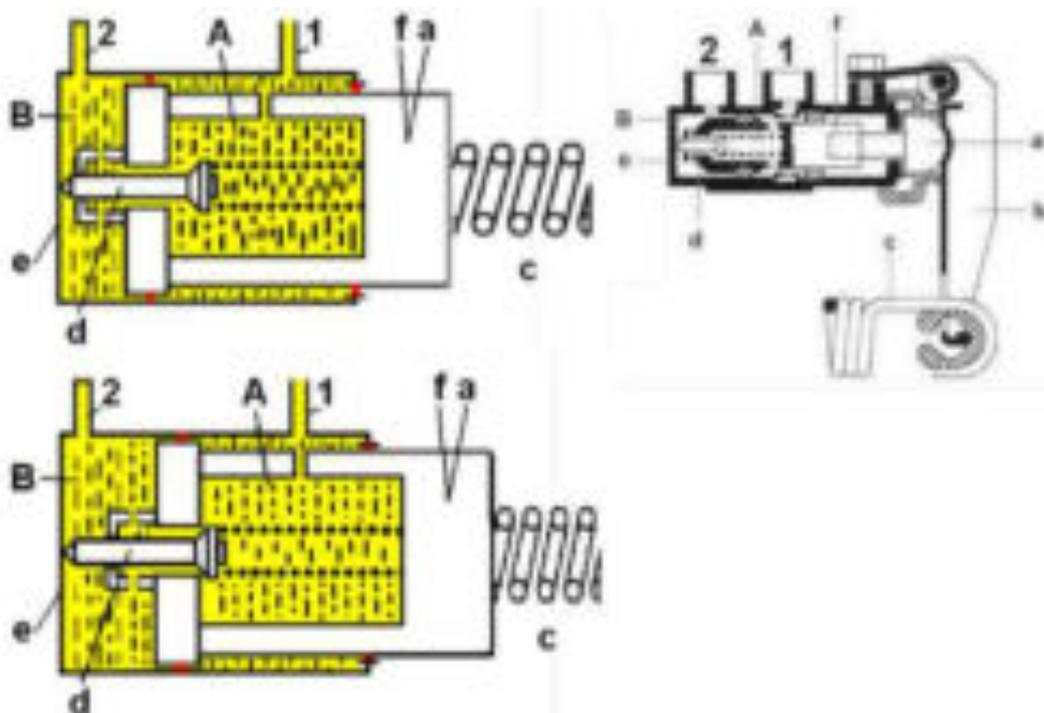
1 – упругий элемент регулятора тормозных сил; 2 – рычаг, воздействующий на шток регулятора; 3 – задняя ось легкового автомобиля; 4 – тяга, соединяющая регулятор с задней осью автомобиля; 5 – механическая регулировка начального положения штока регулятора; 6 – корпус регулятора.

Рисунок 1.37 – Конструкция отдельного регулятора тормозных сил задней оси легкового автомобиля при Х-образной гидравлическом приводе колесных тормозов.

На рисунке 1.38 изображен регулятор тормозных сил и его гидравлическая модель. Рассмотрим принцип работы этого регулятора.

Регулятор тормозных сил закреплен на лонжероне автомобиля и управляется с помощью пружины натяжения с, которая воздействует на рычаг b, установленный шарнирно на оси, прикрепленной к корпусу регулятора. При минимальной загрузке транспортного средства расстояние между задней осью и лонжероном кузова, на котором прикреплен регулятор, является максимальным. В этом случае сила воздействия пружины на поршень регулятора минимальна. Если автомобиль загружен, то расстояние между задней осью и кузовом уменьшается, а сила воздействия пружины на поршень регулятора увеличивается. Эта сила, через рычаг b, болт a и поршень f передается на регулятор тормозных сил. Гидравлическая модель, приведенная на рисунке 1.38 сверху,

демонстрирует начальное положение деталей регулятора. Вы можете увидеть, что поршень *f*, а силой воздействия пружины с передвинут влево так, что стержень клапана *d* упирается в стенку *e* регулятора и открывает канал сообщения между полостями *A* и *B*.



1 – канал впуска тормозной жидкости; 2 – канал, соединяющий регулятор с колесным тормозным цилиндром; А – штоковая полость регулятора; В – поршневая полость регулятора; а и *f* – толкатель и шток с поршнем регулятора; *b* – рычаг; *c* – упругий элемент регулятора; *d* – разъединительный клапан; *e* – корпус регулятора.

Рисунок 1.38 – Схема работы регулятора тормозных сил в задней оси автомобиля при Х-образном гидравлическом приводе тормозов.

При срабатывании рабочей тормозной системы и, соответственно, главного тормозного цилиндра, образующееся в контуре управления торможением заднего колеса гидравлическое давление через вывод 1 попадает в камеру А. Далее через открытый клапаном *d* канал, жидкость поступает в камеру В и далее через вывод 2 проходит в цилиндр колесного тормоза. Колодки прижимаются к барабану или диску и давление внутри тормозного контура обслуживаемого заднего колеса и, соответственно, в камере В увеличивается. Возросшее

давление действует на поршень f , а, перемещая его вправо. Клапан d закрывается, отсекая поступление жидкости под давлением из камеры A в камеру B , создавая положение равновесия.

При дальнейшем увеличении давления на выводе 1, а также в камере A , поршень f , а снова перемещается влево. Клапан d открывается и более высокое давление через вывод 2 подается в цилиндры колесных тормозов. Сила давления, действующая в камере B , возрастает, поршень f , а подается вправо и вновь создается положение равновесия.

При снижении гидравлического тормозного давления на выводе 1, а также в камере A , клапан d открывается под воздействием давления, имеющегося в камере B . Тормозное давление в контуре заднего колеса снижается, так как тормозная жидкость от вывода 2 через корпус регулятора и вывод 1 возвращается в главный тормозной цилиндр. Усилие, передаваемое пружиной c отжимает поршень f , а обратно в крайнее левое положение, а давление в камере B снижается. Клапан d упирается в корпус e и остается открытым.

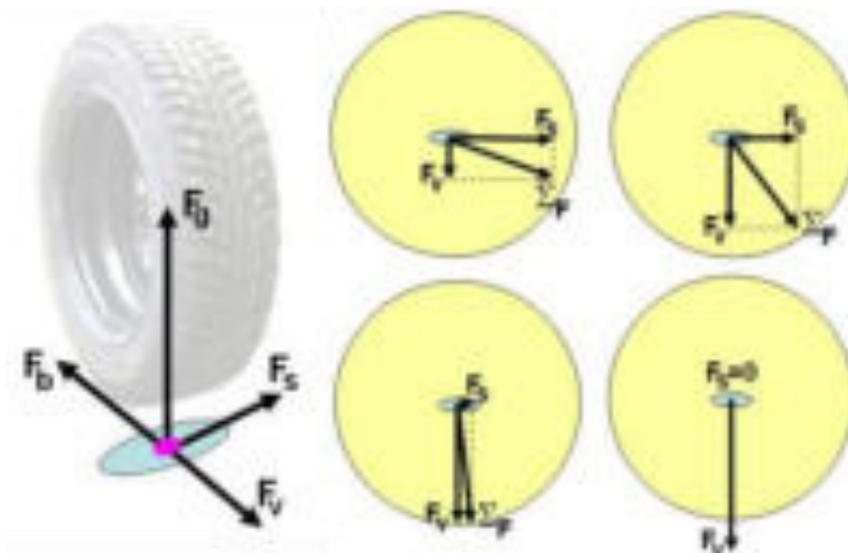
1.7 Системы электронного управления торможением легковых автомобилей

1.7.1 Назначение и принцип работы антиблокировочной системы

1.7.1.1 Силы, действующие на автомобиль при его движении и торможении

На колесо автомобиля во время его движения (см. рисунок 1.39) действуют несколько сил: тяговое усилие F_b , приложенное к ведущему колесу и направленное по ходу движения автомобиля; сила торможения F_v , которая действует в направлении, противоположном силе тяги; боковые силы F_s , которые поддерживают управляемость автомобиля и препятствуют боковому

уводу колеса; сила сцепления F_g , которая помимо прочего, является следствием трения и притяжения Земли.



F_b – сила тяги; F_v – сила торможения; F_s – боковая сила; F_g – сила сцепления; Σ_F – суммарная сила.

Рисунок 1.39 – Силы, действующие на автомобильное колесо и «круг трения».

Совместное действие этих сил легко описать с помощью круга трения. Радиус окружности пропорционален силе сцепления шины с дорожным полотном. Чем меньше сцепление, тем меньше радиус этого круга. Следовательно, при хорошем сцеплении радиус круга большой.

Основу круга трения составляет параллелограмм сил, состоящий из боковой силы F_s , силы торможения F_v или тягового усилия F_b и результирующей силы Σ_F .

Пока вектор результирующей силы находится внутри круга, автомобиль находится в состоянии стабильности, то есть управляем. Как только вектор результирующей силы Σ_F выходит за границу круга трения – автомобиль теряет управляемость.

Обратимся к схеме взаимодействия сил.

1. Сила тяги или тормозная сила и боковая сила должны иметь такие величины, чтобы результирующая сила оставалась в пределах круга трения. Автомобиль легко управляется.

2. Если увеличить силу торможения или силу тяги, боковая сила уменьшится;

3. Предельное значение результирующей силы при критическом её значении таково (на рисунке результирующая сила по величине равна радиусу круга трения), что боковая сила очень мала. Автомобиль от любой боковой силы может потерять управляемость.

4. Если результирующая сила станет больше силе торможения или силе тяги, боковая сила станет равной нулю. Вследствие отсутствия действия боковой силы автомобиль становится неуправляемым. Это значит, что при разгоне с пробуксовкой колес или торможении с полной их блокировкой делает автомобиль неуправляемым. Поворот руля при попытке скорректировать траекторию движения в этом случае ни приводит к ожидаемому результату. Автомобиль движется в направлении результирующей силы.

Аналогичная ситуация возникает в отношении тягового усилия и боковой силы, возникающей в результате движения автомобиля в повороте. Если увеличить тяговую силу, ведущее колесо может сорваться в юз. При этом боковая сила сцепления колеса с колесом станет равной нулю и возможен снос ведущей оси автомобиля под действием центробежной силы. Такая же ситуация может возникнуть при торможении в повороте.

Из рассуждений следует, что торможение с заблокированными колесами, особенно на скользкой дороге, может привести к полной потере управляемости автомобилем. При трогании с места на скользкой дороге возможна пробуксовка колеса, что приводит к исчезновению боковой силы, удерживающей автомобиль от бокового скольжения. Следовательно, торможение не должно сопровождаться полной блокировкой колеса, а при трогании с места колесо не должно сорваться в юз (буксовать). Эти два явления призваны предотвратить системы, рассматриваемые в этой главе.

1.7.1.2 Назначение антиблокировочной системы

Назначение антиблокировочной системы (ABS) – предотвращать полную остановку колес движущегося транспортного средства, возникающую в результате избыточного действия рабочей тормозной системы преимущественно на дорогах с низким коэффициентом сцепления. Это позволяет сохраняться силам бокового увода колеса даже при экстренном торможении. Тем самым гарантируется стабильность движения и управляемость автомобиля или автопоезда в пределах физической возможности.

Впервые ABS была применена в авиации в 1949 году, а в 1969 году вначале на легковом автомобиле, а в середине 70-х годов в США на грузовых автомобилях впервые был установлен упрощенный вариант антиблокировочной системы. Более эффективные ABS для грузовых автомобилей были впервые представлены в 1981 году фирмами Bosch, Teves, Mercedes-Benz и WABCO. С 1986 года в серийное производство была запущена система противобуксовки для грузового автомобиля

Приведем неполный перечень аббревиатур, которые вам могут встретиться при описании работы тормозных систем, или вы сможете встретить в технической литературе.

ABS: Anti lock Brake System (Антиблокировочная система)

ASR: Anti Spin Regulator. (Система, предотвращающая пробуксовку ведущих колес);

BTCS: BrakeTraction Control. System with Brake influence (Система управления тягой с регулированием тормозных усилий);

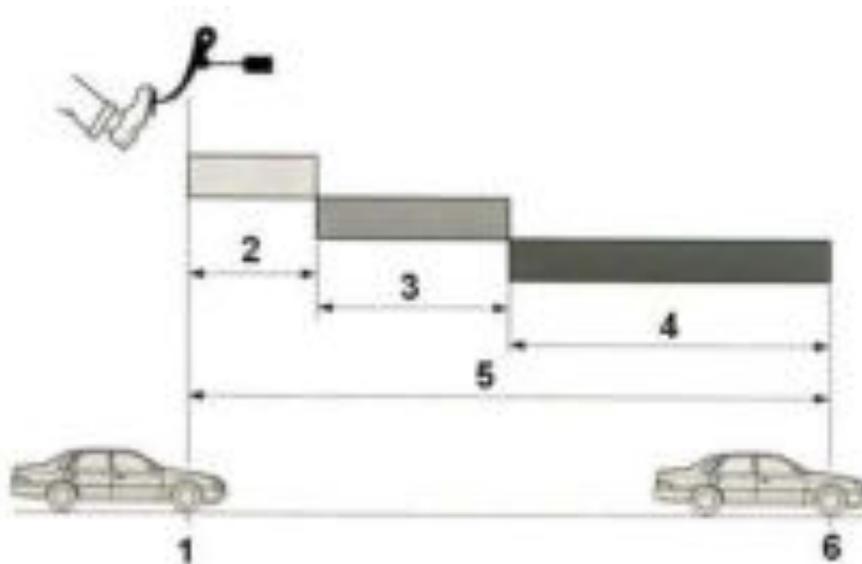
TCS: Traction Control System (Система управление тягой)

EBD: Electronic Brake Force Divide (Электронная система распределения тормозных сил).

1.7.1.3 Отличие стандартной тормозной системы от системы, снабженной ABS

К преимуществам тормозных систем, снабженных ABS, относят: высокую курсовую устойчивость автомобиля во время торможения; Это значит, что автомобиль при торможении не заносит, даже если под колесами очень скользкое покрытие; а так же сохраняется способность руления во время торможения.

Система ABS не допускает полной блокировки колес, следовательно, боковая сила, действующая на колесо, уменьшается незначительно, позволяя колесу находиться в относительно надежном сцеплении с дорогой.



1 – точка отсчета (водитель увидел препятствие); 2 – путь за время реакции водителя; 3 – путь за время срабатывания тормозной системы и тормозных механизмов; 4 – путь, пройденный автомобилем при торможении; 5 – остановочный путь; 6 – точка остановки автомобиля.

Рисунок 1.40 – Остановочный путь автомобиля и его составляющие.

Рассмотрим приведенную на рисунок 1.40 схему. Для сравнения предположим, что на дороге, имеющей высокий коэффициент сцепления, опытным водителем предпринимается попытка торможения различными способами.

Точка 1 соответствует моменту, в который водитель увидел опасность;

Отрезок 2 соответствует пути, пройденному автомобилем за время реакции водителя;

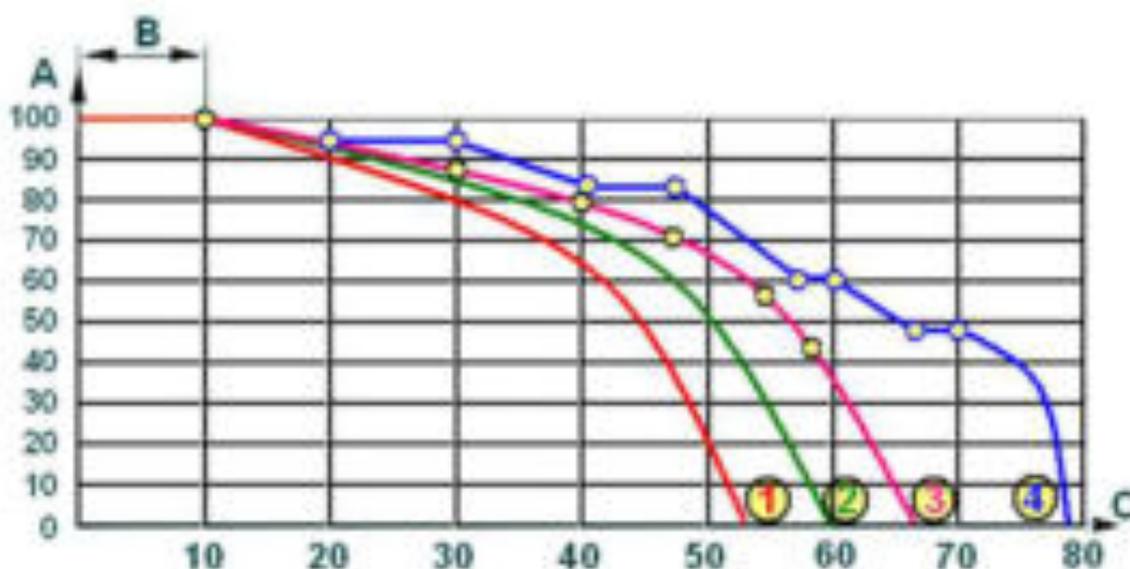
Отрезок 3 соответствует пути, пройденный автомобилем за время срабатывания тормозного привода;

Отрезок 4 соответствует тормозному пути.

Длина первого отрезка пути зависит от состояния водителя, то есть от его времени реакции. На способность водителя вовремя среагировать и принять правильное решение зависит и его опыт, и общее состояние, включая утомление.

Протяженность второго отрезка пути зависит от технического состояния, то есть от качества сервисного обслуживания автомобиля.

Протяженность третьего участка зависит от состояния покрытия, состояния шин, способа торможения.



А – скорость движения автомобиля; В – суммарный путь, пройденный автомобилем до начала эффективного торможения; С – расстояние, пройденное автомобилем до полной остановки; 1 – торможение с применением ABS; 2 – торможение с полной блокировкой колес; 3 – дозированное торможение; 4 – прерывистое торможение.

Рисунок 1.41 – Сравнительная величина тормозного пути при различных вариантах торможения.

Предлагаем более подробно рассмотреть третий участок (см. рисунок 1.41).

Отложим по оси ординат A скорость движения автомобиля, а по оси абсцисс C – остановочный путь.

На схеме индексом B отмечен путь, пройденный автомобилем за время реакции водителя и время, необходимое для срабатывания тормозного механизма.

Допустим, под колесами автомобиля находится мокрый асфальт. В этом случае тормозной путь будет зависеть от режима торможения. Для лучшего представления, покажем это на графике. Цифрами на графике отмечены режимы движения автомобиля при следующих условиях:

1. Автомобиль укомплектован ABS
2. Колеса заблокированы (без ABS).
3. Дозированное торможение
4. Прерывистое торможение.

Если во время торможения колеса заблокированы, то на мокром асфальте тормозной путь будет чуть длиннее тормозного пути с применением антиблокировочного устройства. Однако, как мы выяснили раньше, автомобиль в режиме полной блокировки колес неуправляем, то есть подправить траекторию движения невозможно, так как автомобиль попросту не слушается руля. Дозированное торможение подвластно только опытному водителю, склонному к высокому самообладанию. Водитель, не паникуя плавно нажимает на педаль тормоза, удерживая её в положении, при котором давление в колесных тормозных цилиндрах вполне достаточно для эффективного торможения, но блокировки колес не происходит. Это значит, что водитель, имеющий хороший опыт управления, держит режим торможения на грани блокировки. Хотя тормозной путь при таком выборе режима торможения и увеличивается, но сохраняется стопроцентная управляемость автомобиля.

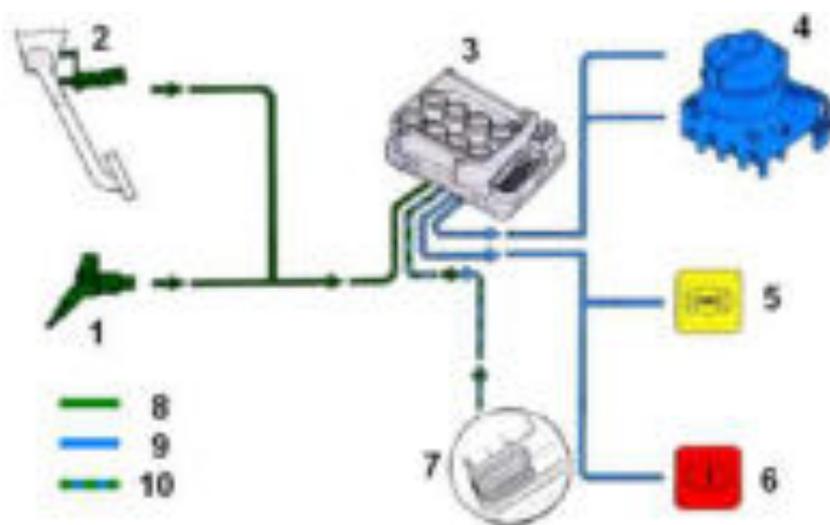
Прерывистое торможение – часто употребляемый режим, при котором

водитель как бы «качает» педаль тормоза. В основном так и поступают водители, управляя автомобилем, не оборудованным ABS на скользкой дороге. Этот режим значительно удлиняет тормозной путь, но сохраняется устойчивая управляемость автомобиля.

1.7.2 Конструкция и работа элементов антиблокировочной системы Teves

Система ABS содержит электрическую и гидравлическую подсистему. Электрическая подсистема включает в себя набор датчиков, исполнительных электромагнитных клапанов, контрольных ламп и электронный блок управления. Гидравлическая подсистема состоит из штатной гидравлической системы торможения и модулятора (комплекта гидравлических клапанов). Принцип гидравлического управления режимом торможения состоит в следующем: во время торможения четырехколесного автомобиля гидравлический блок ABS управляет давлением в каждом из четырех колесных тормозных цилиндров. В зависимости от ситуации давление в колесных цилиндрах может: увеличиваться; снижаться; удерживаться на постоянном уровне. Управление режимом торможения предусматривает предотвращение полной блокировки колес автомобиля.

Рассмотрим принципиальную схему ABS, представленную на рисунке 1.42.



1 – датчик частоты вращения колеса (установлен на каждом колесе); 2 – датчик положения педали тормоза (выключатель стоп-сигнала); 3 – электронный блок управления ABS с электромагнитными катушками (соленоидами); 4 – гидравлический блок управления (гидравлический модулятор); 5 – лампа контроля исправности ABS; 6 – лампа контроля исправности тормозной системы; 7 – диагностический разъем (коннектор); 8 – линия передачи информации от датчиков (сенсоров); 9 – линия управления исполнительными устройствами (активаторами); 10 – линия обмена информацией.

Рисунок 1.42 – Компоненты и их взаимосвязь в ABS фирмы Teves.

1.7.2.1 Электронный блок управления ABS

Электронный блок управления (позиция 3 рисунка 1.42), размещен в одном корпусе с электромагнитными катушками (соленоидами). ЭБУ (электронный блок управления) получает сигналы от колесных датчиков 1 и контактора 2, установленного на педали тормоза. Кроме того, ЭБУ управляет режимом включения контрольных ламп, сигнализирующих о включении или выключении режима управления ABS/ASR (лампа желтого цвета 5) и возникших неполадках в системе торможения (лампа красного цвета 6). Посредством соленоидов (электромагнитных катушек) производится управление гидравлическим блоком 4, состоящим из блока гидравлических клапанов и электрогидравлического насоса.

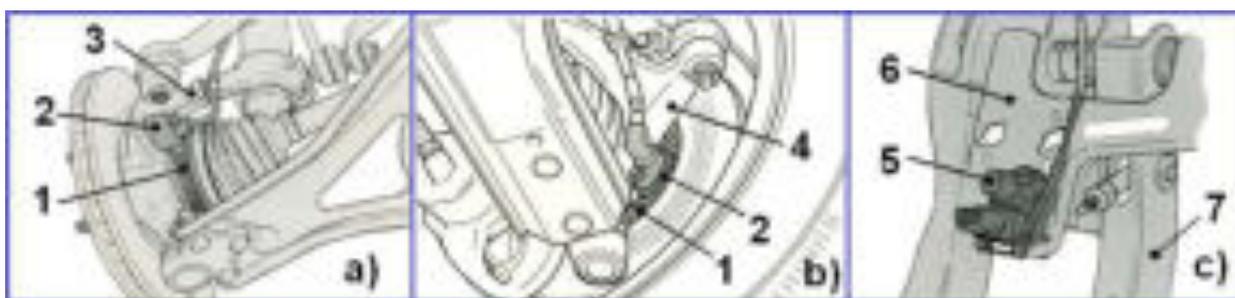
1.7.2.2 Гидравлический блок (модулятор) ABS

Содержит восемь гидравлических клапанов системы ABS, или восемь плюс два клапана, если система обладает функцией ASR.

Некоторые системы снабжены гидравлическими клапанами двухстороннего действия, например, в рассмотренной в этой главе система Mecatronic II, которую устанавливают на автомобилях концерна Ford.

Но для более полного понимания, вначале рассмотрим систему Teves 20Gi, которая содержит по два клапана на колесо, плюс два клапана, обеспечивающих работу системы в режиме ASR. Эту систему устанавливают на автомобилях концерна VAG, например Golf или Polo.

Главный тормозной цилиндр и вакуумный усилитель не претерпели каких-либо значительных усовершенствований или кардинальных изменений. Для функционирования системы ABS (ASR) на автомобиле установлены четыре колесных датчика 1 скорости вращения, передающих информацию на электронный блок управления ABS. Кроме того, на кронштейне педали тормоза расположен концевой выключатель 2, который информирует блок управления о начале торможения. Расположение датчиков и их внешний вид вы можете увидеть на рисунке 1.43.

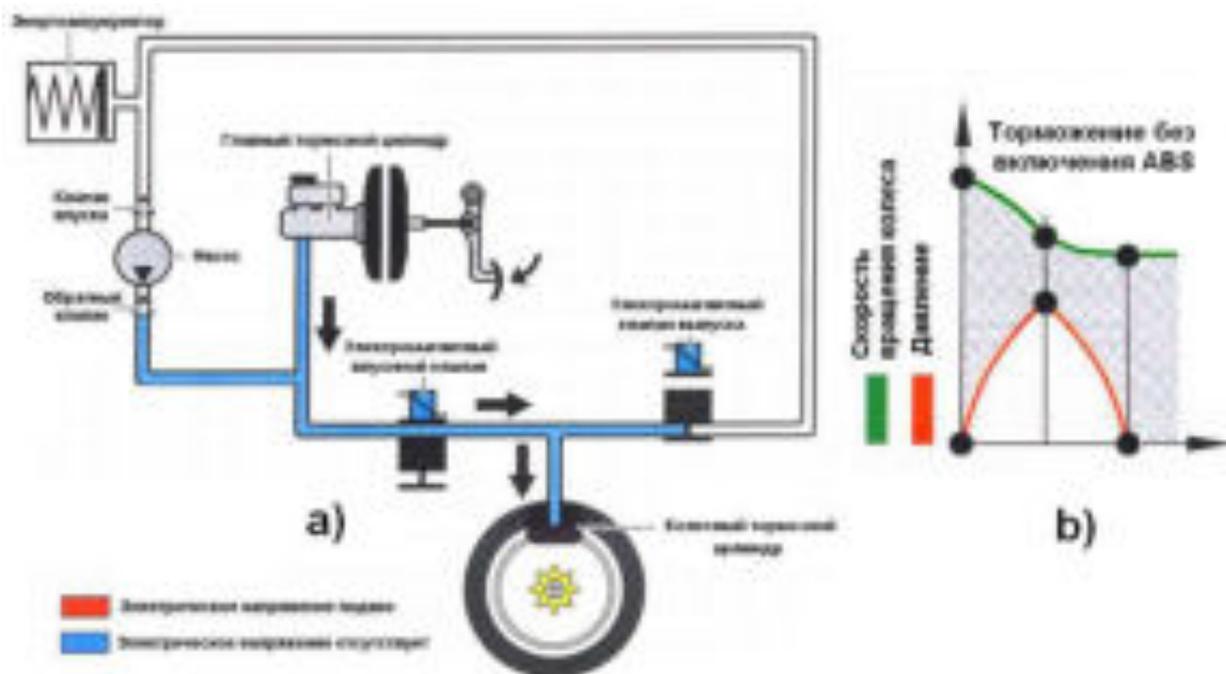


1 – задающий диск; 2 – датчик частоты вращения колеса; 3 – поворотный кулак управляемого колеса; 4 – ступица заднего колеса; 5 – концевой выключатель стоп-сигнала; 6 – кронштейн педалей управления автомобилем; 7 – педаль тормоза.

Рисунок 1.43 – Расположение датчиков ABS/ASR на автомобиле.

Информации от этих датчиков достаточно для управления торможением

как в режиме ABS, так и в режиме ASR.



а – гидравлическая схема; б – график нарастания давления и изменения скорости вращения.

Рисунок 1.44 – Работа системы торможения без включения функции ABS.

Сначала рассмотрим работу гидравлической подсистемы в режиме обычного торможения без подключения функции ABS, изображенную на рисунке 1.44. Для простоты будем рассматривать схему снабжения тормозной жидкостью только одного колеса, того, которое во время торможения проявила склонность к блокировке.

При нажатии на педаль тормоза жидкость из главного тормозного цилиндра подается в колесный тормозной цилиндр. На пути потока встречаются:

- Электромагнитный впускной – постоянно открытый клапан. Это значит, что при отсутствии электрического тока, поступающего на соленоид обслуживающий этот гидравлический затвор, клапан находится в проводящем состоянии, то есть через него свободно проходит тормозная жидкость;
- Электромагнитный выпускной – постоянно закрытый клапан. Это зна-

чит, что при отсутствии электрического тока, поступающего на соленоид обслуживающий этот гидравлический затвор, клапан находится в непроводящем состоянии, то есть через него тормозная жидкость проходить не может;

- Обратный клапан электрогидравлического насоса, который не пропускает жидкость в направлении от главного тормозного цилиндра к насосу;
- Колесный тормозной цилиндр.

На рисунок 1.44а стрелками показан путь тормозной жидкости из главного тормозного цилиндра в колесный цилиндр.

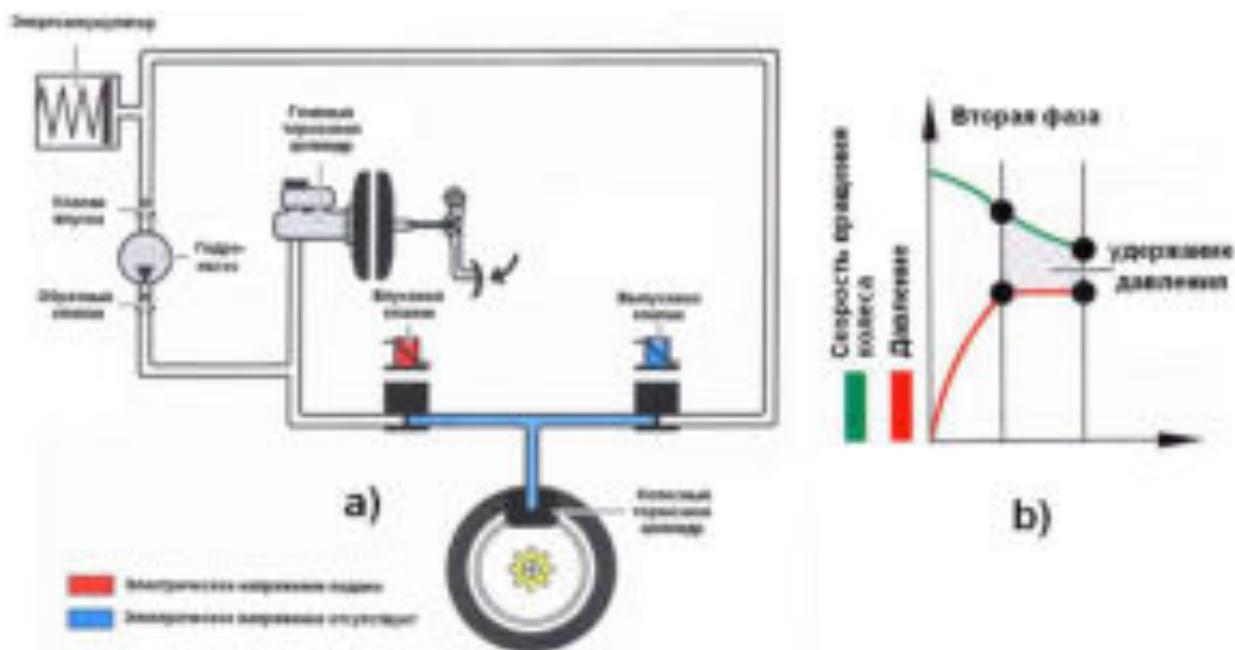
На рисунок 1.44b показан график изменения давления и скорости вращения колеса. Рассмотрим процесс изменения давления и скорости вращения колеса при торможении на твердой поверхности с высоким коэффициентом сцепления, при котором тормозное усилие пропорционально силе нажатия на педаль тормоза.

Нажатие на педаль тормоза сопровождается ростом давления и снижением скорости вращения колеса. Если водитель отпускает педаль тормоза, жидкость из колесного тормозного цилиндра возвращается через главный тормозной цилиндр в резервуар, при этом давление в контуре снабжения тормозной жидкостью обслуживаемого колеса снижается. После ослабления нажатия на педаль тормоза скорость вращения колеса некоторое время продолжает замедление, а затем стабилизируется.

Если торможение происходит на скользкой дороге, в начальный момент происходят почти те же явления что и при торможении без ABS. Нарастание давления в колесных тормозных цилиндрах приводит к снижению скорости вращения колес. Датчик скорости вращения, установленный на каждом из колес, регистрирует частоту вращения каждого колеса и посылает сигнал в электронный блок управления ABS. Если колеса находятся в разных условиях сцепления с полотном дороги, замедление колес будет разным.

Электронный блок распознает по величине замедления то колесо, или те

колеса, которые подвержены риску полной остановки (блокировки). Сравнение происходит по колесу, имеющему наименьшее значение замедления. Очевидно, что колесо, под которым будет находиться покрытие с высоким коэффициентом сцепления, будет вращаться немногим быстрее других, следовательно, иметь меньшее замедление вращения.

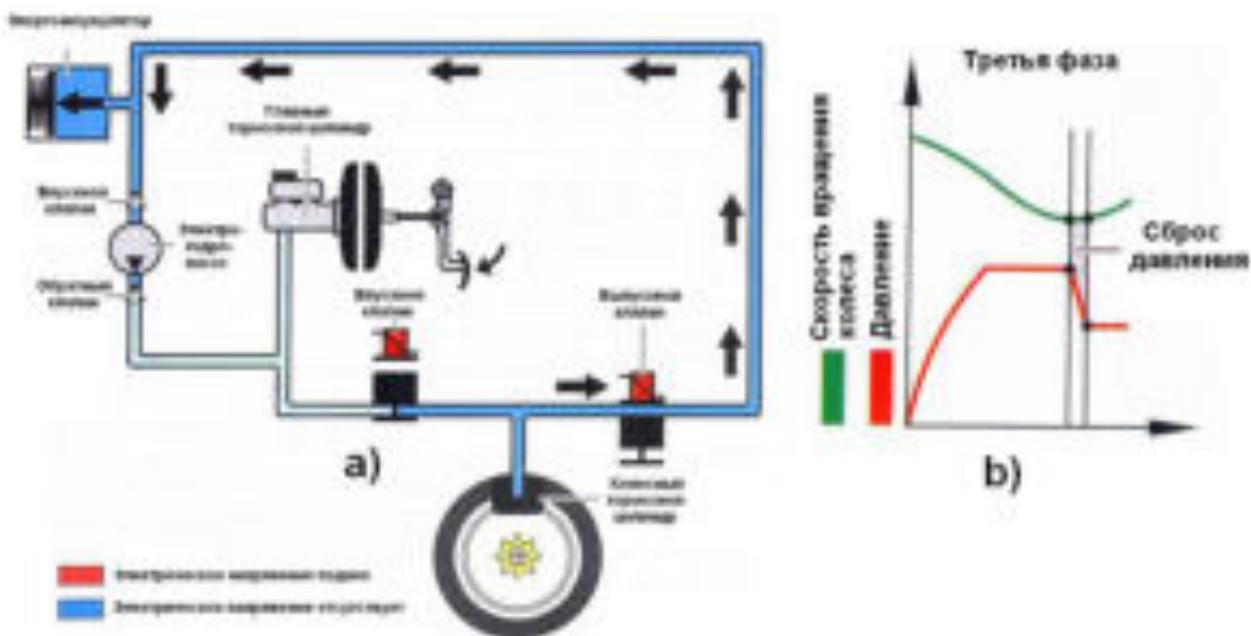


а – гидравлическая схема; б – график нарастания давления и изменения скорости вращения.

Рисунок 1.45 – Работа ABS в режиме удержания давления.

Электронный блок ABS (см. рисунок 1.45а), распознав по величине замедления, колесо подверженное риску блокировки, подает электрический сигнал на соленоид, управляющий впускным клапаном, перекрывая поступление тормозной жидкости именно в этот колесный тормозной цилиндр. Давление в цилиндре (см. рисунок 1.45б) перестанет нарастать, то есть будет удерживаться на одном уровне. Скорость вращения колеса по-прежнему будет продолжать снижаться, так как тормозные колодки останутся прижатыми к тормозному барабану или диску. Конечно же, замедление будет меньшим, но риск блокировки пока не исчез.

Остальные колеса будут продолжать торможение с нарастанием давления в колесных тормозных цилиндрах.

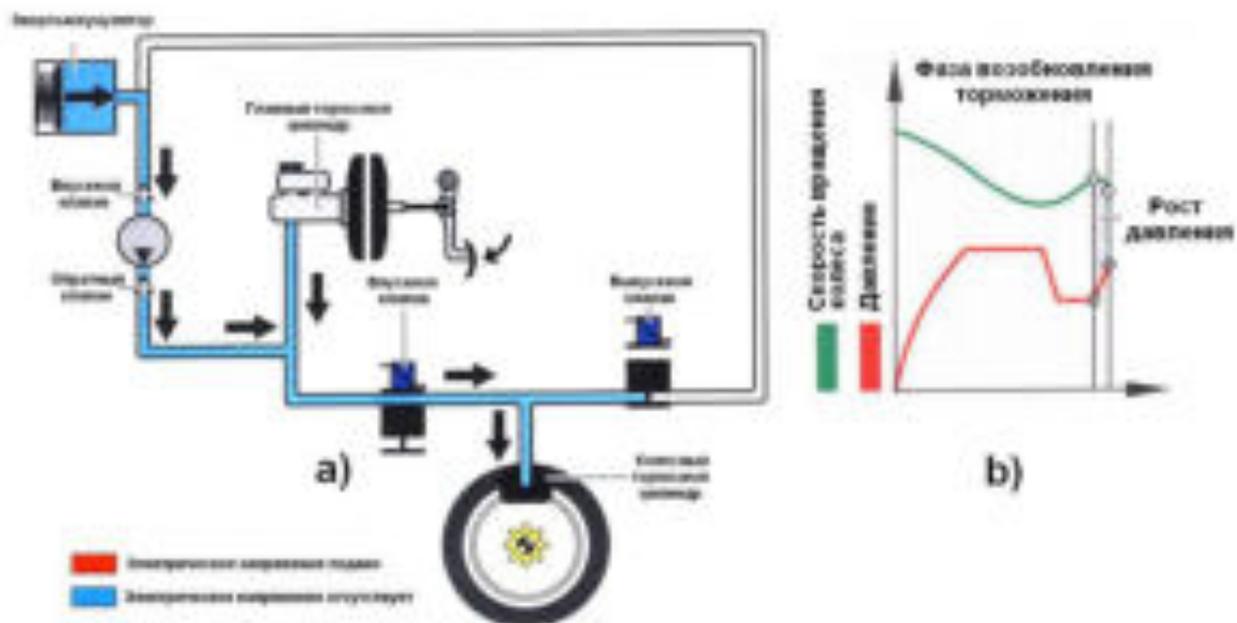


а – гидравлическая схема; б – график нарастания давления и изменения скорости вращения.

Рисунок 1.46 – Работа ABS в режиме сброса давления.

Так как риск блокировки управляемого системой ABS колеса не исчез, необходимо снизить давление в колесном тормозном цилиндре (см. рисунок 1.46а). С этой целью, оставляя впускной клапан закрытым, блок управления подает электрический сигнал на соленоид, управляющий выпускным клапаном обслуживаемого колеса. Гидравлический клапан открывается на короткое время, и часть тормозной жидкости перетекает из колесного тормозного цилиндра в энергоаккумулятор. Скорость вращения колеса (см. рисунок 1.46б) увеличивается и становится равной скорости вращения остальных колес автомобиля, а давление в колесном тормозном цилиндре после некоторого снижения удерживается на более низком уровне.

Тормозная сила на этом колесе значительно снижена, а это значит, что торможение всего автомобиля потеряло эффективность примерно на четверть. А если одновременный сброс тормозной жидкости был произведен из двух или трех колесных тормозных цилиндров, то и торможение автомобиля почти исчезнет. Это значит, что предстоит начать повторную подачу тормозной жидкости в колесный цилиндр, в котором системой ABS было снижено рабочее давление.



а – гидравлическая схема; б – график нарастания давления и изменения скорости вращения.

Рисунок 1.47 – Работа ABS в режиме возобновления торможения.

Этот процесс начинается после включения электрогидравлического насоса (см. рисунок 1.47). Жидкость забирается из гидравлического энергоаккумулятора и направляется через открытый впускной клапан в колесный тормозной цилиндр. Кстати, при работе насоса ощущаются легкие толчки со стороны педали тормоза. Это вполне нормальное явление, которое свидетельствует об исправности ABS.

Наличие энергоаккумулятора в гидравлической системе ABS позволяет подавать тормозную жидкость не из резервуара главного тормозного цилиндра, а из подпружиненной емкости гидравлического аккумулятора. В противном случае педаль тормоза постепенно «проваливалась», в итоге автомобиль мог оказаться без торможения.

На графике, изображенном на рисунок 1.47б, видно, что подача тормозной жидкости из энергоаккумулятора в колесный тормозной цилиндр привела к росту давления в нем. Скорость вращения колеса вновь начала снижаться.

Полный процесс торможения автомобиля и одного колес, наиболее подверженного блокировке с использованием возможностей ABS показан на рисунке 1.48, где отображены три линии:

- изменения скорости движения автомобиля (сплошная красная линия);
- изменения скорости вращения колеса, режим торможения которого контролируется системой ABS (извилистая красная линия);
- изменения давления в колесном цилиндре (ступенчатая синяя линия).

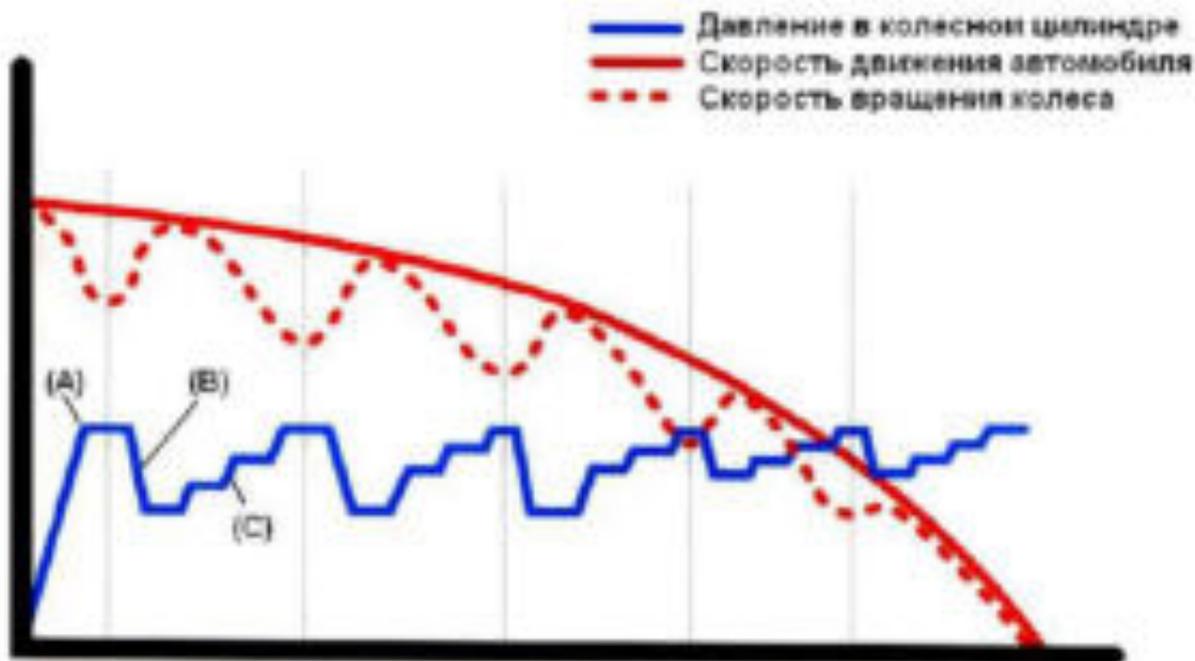


Рисунок 1.48 – Режим управления торможением автомобиля с использованием функций ABS.

После нажатия на педаль тормоза происходит рост давления в колесном цилиндре до значения, обозначенного на графике точкой А. Колесо автомобиля замедляет вращение и, если возникает риск блокировки, электронный блок ABS производит сброс давления (линия В). Прижатие тормозных колодок ослабевает и колесо, получив свободу вращения, увеличивает скорость вращения. Электронный блок управления подает команду на повторную подачу тормозной жидкости в колесный цилиндр (ступенчатая линия С). При этом скорость вращения колеса вновь снижается и, если повторяется риск блокировки, электронный блок повторяет сброс давления из колесного цилиндра.

Процесс управления давлением производится примерно 16 раз в секунду, то есть с частотой 16 Герц. Обслуживаемое колесо то ускоряет, то за-

медляет скорость вращения, но не останавливается, так как электроника постоянно корректирует давление в колесном цилиндре, предотвращая блокировку обслуживаемого колеса. При этом скорость движения автомобиля равномерно снижается.

Процесс управления торможением электронным блоком ABS начинается и прекращается после достижения автомобилем скорости около 6 км/час, так как блокировка колеса на такой скорости не нанесет серьезного ущерба управляемости автомобиля.

1.7.2.3 Модифицированная система ABS/ASR

Изучив принцип работы ABS, предлагаю перейти к рассмотрению модифицированной системы ABS/ASR: Anti Spin Regulator. (Система, предотвращающая пробуксовку ведущих колес). Эта система может носить название TCS (Traction Control System или система управление тягой), но в этой системе кроме функции предотвращения буксования ведущего колеса производится перехват режима управления дроссельной заслонкой или топливopодачей в дизельном двигателе для обеспечения оптимального тягового усилия при начале движения автомобиля.

В дополнение к ABS в систему включают два клапана (см. рисунок 1.49): электромагнитный клапан ASR и гидравлический клапан ASR.

Гидравлический клапан при нажатии на педаль тормоза переводится в непроводящее состояние, а при отпущенной педали тормоза находится в проводящем состоянии.

Электромагнитный клапан ASR нормально открытого типа. Это значит, что при отсутствии электрического питания клапан находится в проводящем состоянии, а при подаче электрического питания переходит в закрытое состояние.

В байпасной (By pass – в обход) линии в установлен обратный клапан, который необходим для предотвращения повреждения гидравлических линий

из-за гидроудара. Гидроудар может возникнуть при переводе клапанов из открытого состояния в закрытое, так как гидронасос мгновенно остановить невозможно. Обратный клапан перепускает излишки тормозной жидкости после прижатия колодок к тормозному диску (барабану) под давлением, создаваемым электрогидравлическим насосом. На приведенной схеме видно, что в режиме обычного торможения жидкость поступает к колесному тормозному цилиндру из главного тормозного цилиндра через открытый электромагнитный клапан ASR и через открытый впускной электромагнитный клапан системы ABS. Заметьте, что при нажатии на педаль тормоза жидкость заполнила управляющую линию гидравлического клапана, переведя его в непроводящее состояние.

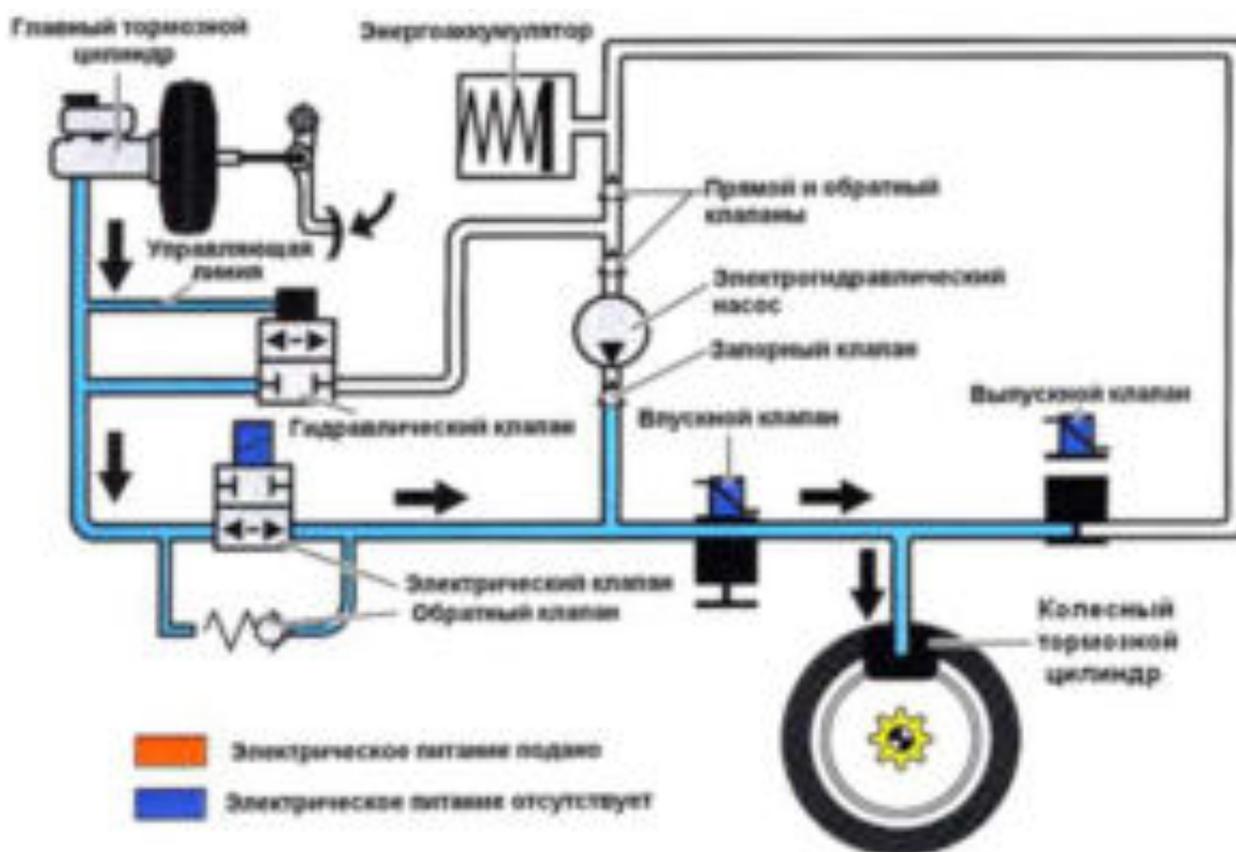


Рисунок 1.49 – Режим обычного торможения без использования функции ABS/ASR.

Если гидравлический клапан по какой-либо причине останется в проводящем состоянии, например при его поломке, тормозная жидкость через этот

открытый клапан дойдет до электрогидравлического насоса, но в энергоаккумулятор просочиться не сможет, так как на его пути окажется дополнительный обратный клапан, предотвращающий отказ тормозов при поломке гидравлического клапана ASR.

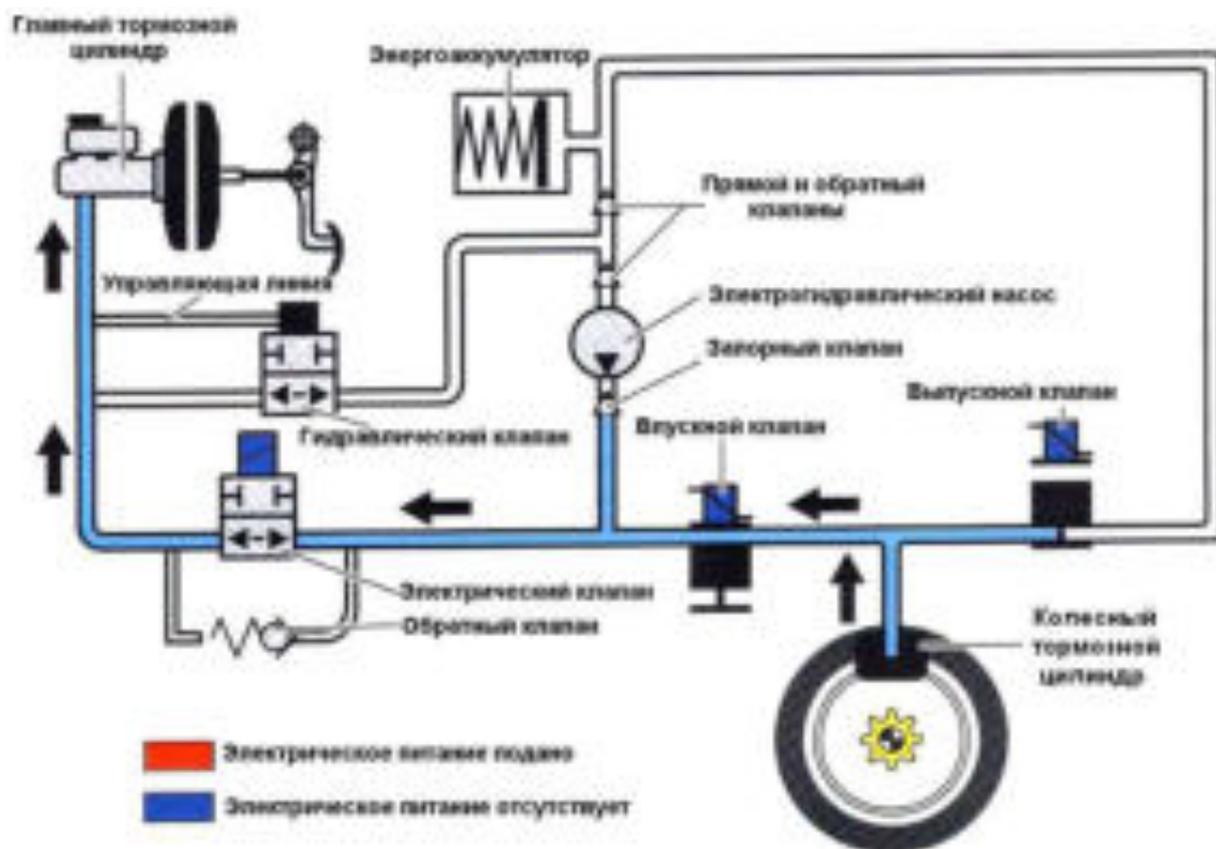


Рисунок 1.50 – Режим прекращения торможения без использования функции ABS/ASR.

Отпустив педаль тормоза (см. рисунок 1.50), водитель обеспечивает возврат тормозной жидкости в резервуар главного тормозного цилиндра через открытый электромагнитный клапан системы ASR. Обратите внимание, что гидравлический клапан так же переходит в проводящее состояние, так как по его управляющей линии перестаёт поступать давление от главного тормозного цилиндра.

Система, предотвращающая пробуксовку одного из ведущих колес, работает следующим образом.

Если одно из ведущих колес находится на поверхности с низким коэф-

коэффициентом сцепления, а другое на поверхности с относительно высоким коэффициентом сцепления, то при трогании с места одно из колес будет буксовать, так как вступит в работу межколесный дифференциал. Электронный блок управления получает сигнал от колесных датчиков частоты вращения и, определив, что одно из колес вращается быстро, а другие либо стоят, либо вращаются значительно медленнее, посылает сигнал на электромагнитный клапан ASR и включает электрогидравлический насос (см. рисунок 1.51). Впускные клапаны всех колес, за исключением буксующего колеса, переводятся в закрытое состояние. Следовательно, тормозная жидкость из резервуара главного тормозного цилиндра через открытый гидравлический клапан электрогидравлическим насосом нагнетается в колесный тормозной цилиндр только буксующего колеса. В результате наступившего притормаживания, крутящий момент через межколесный дифференциал перераспределяется к другому ведущему колесу этой оси, находящемуся на дороге с высоким коэффициентом сцепления.

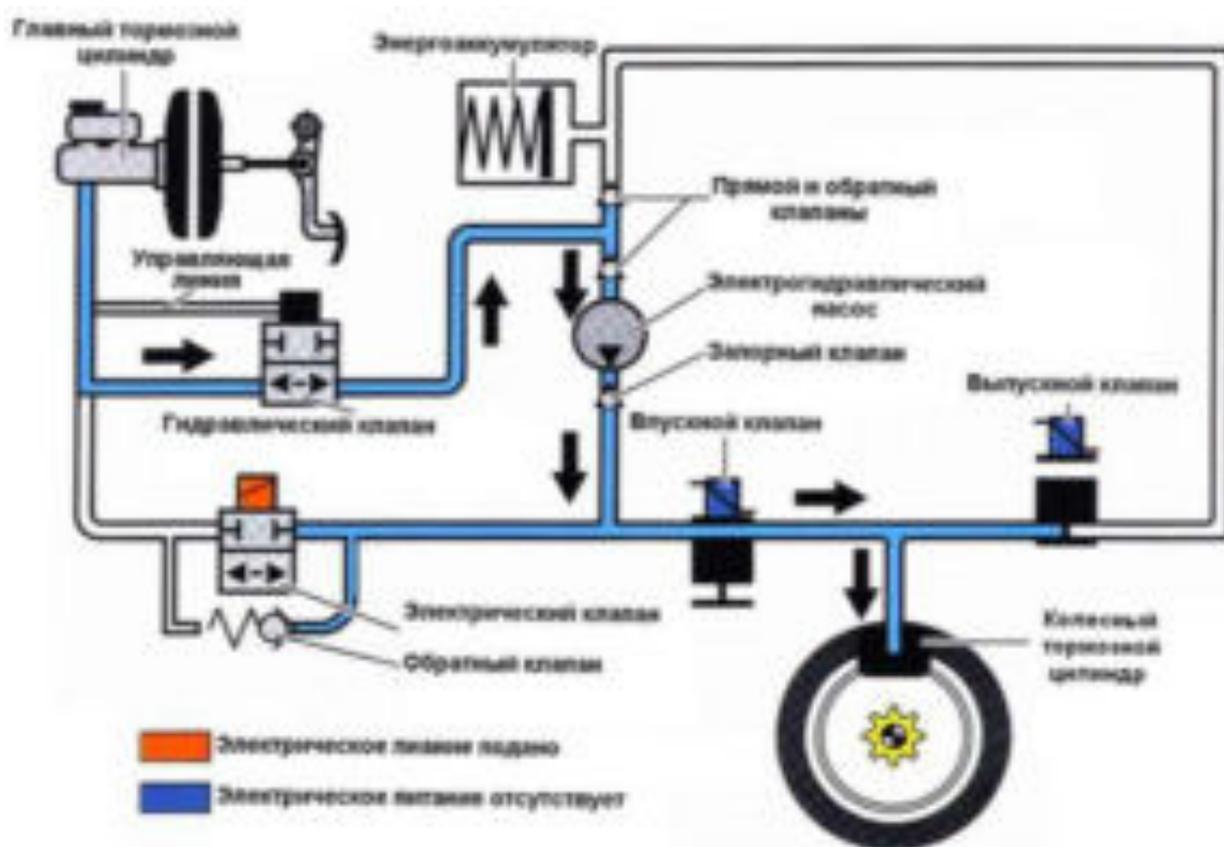


Рисунок 1.51 – Включение режима торможения буксующего колеса.

Автомобиль начинает движение. Как только электронный блок управления получит сигнал от колесных датчиков о начале движения, будет подан сигнал о прекращении подачи тормозной жидкости к колесному цилиндру. Электрогидравлический насос остановится, а впускной клапан обслуживаемого колеса закроется (см. рисунок 1.52). Начнется фаза удержания давления на заданном уровне. Если автомобиль вновь начнет останавливаться, система подаст дополнительную порцию тормозной жидкости к буксующему колесу, посылая ещё больше крутящего момента к колесу, стоящему на поверхности с высоким коэффициентом сцепления. Этот режим носит название *Torque de demand* (крутящий момент по потребности).

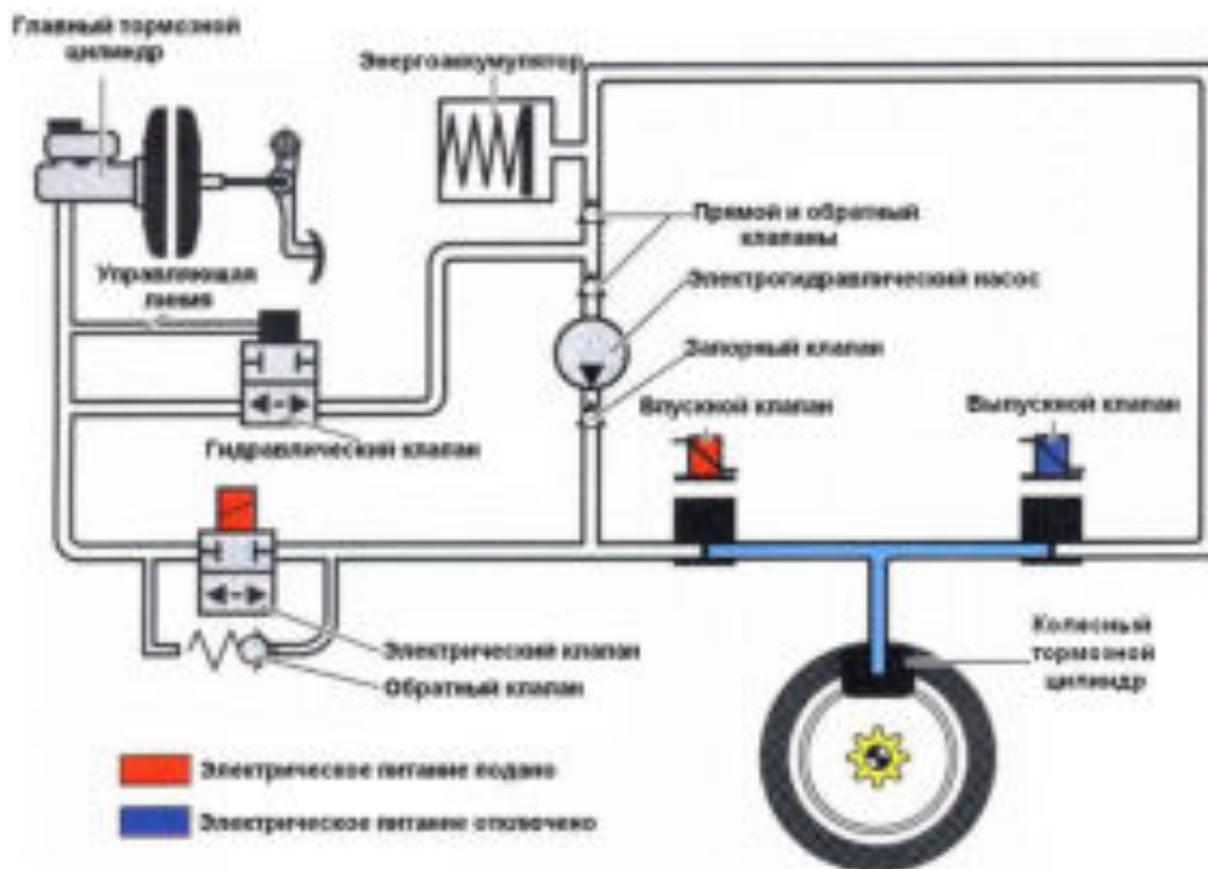


Рисунок 1.52 – Удержание давления в колесном тормозном цилиндре буксующего колеса.

Постепенно скорость вращения всех колес выравнивается, о чем электронный блок управления получит уведомление от колесных датчиков. Надобность в притормаживании обслуживаемого колеса отпадает, и блок управления при-

нимает решение о выключении режима управления тяговым усилием. Впускной клапан переводится в проводящее состояние и тормозная жидкость из колесного тормозного цилиндра перетекает через открытый электромагнитный клапан ASR в резервуар главного тормозного цилиндра. Отток тормозной жидкости из колесного тормозного цилиндра происходит в том же режиме, как и прекращение обычного торможения. Этот этап вы можете увидеть на рисунке 1.50.

Мы рассмотрели принцип работы системы ABS и ASR. На представленных к рассмотрению схемах впускной и выпускной клапаны расположены возле колесных тормозных цилиндров. На самом деле, все клапаны расположены в одном гидравлическом блоке, называемом «модулятором».

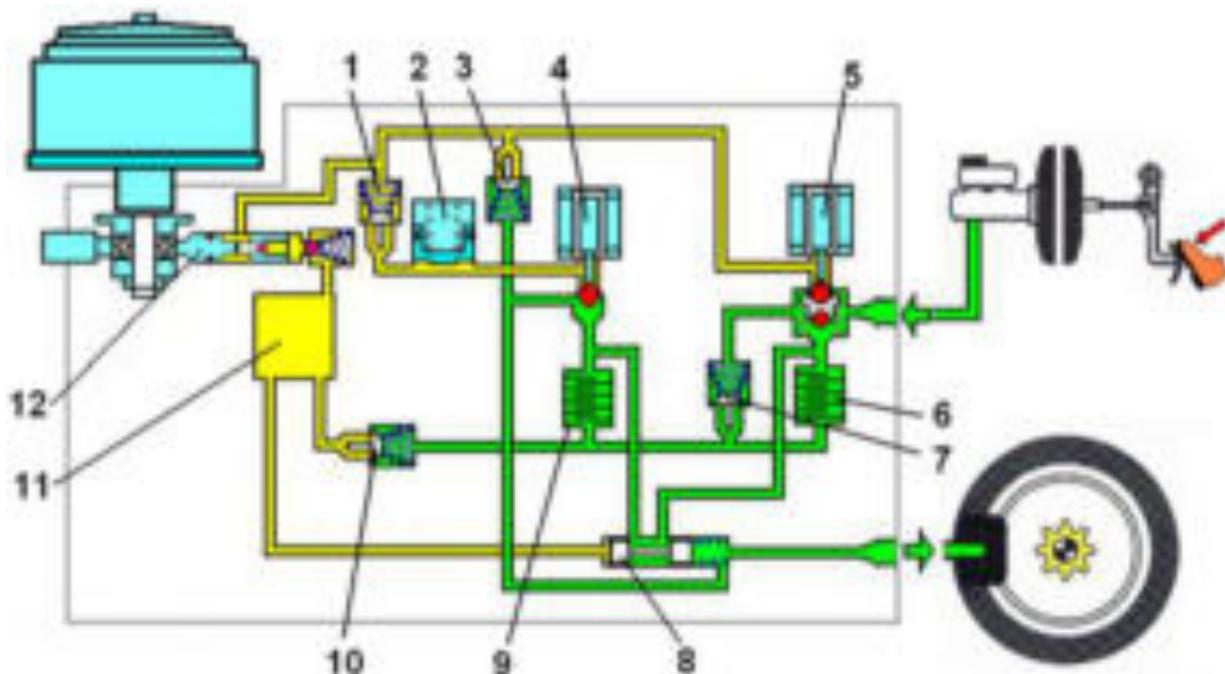
Ниже в качестве примера будет рассмотрено устройство гидравлического модулятора ABS-Mecatronic II, оснащенного клапанами двухстороннего действия.

1.7.3 Конструкция узлов и принцип работы ABS-Mecatronic II

Рассмотрим устройство и принцип работы гидравлической цепи системы ABS, применяемой на автомобиле FORD MONDEO и FOCUS. Эта система получила название Mecatronic II. Кстати, функция предотвращения пробуксовки ведущего колеса автомобиля в этой системе управления торможением получила название TCS: Traction Control System (система управление тягой), а это значит, что кроме управления торможением система корректирует действия водителя по управлению акселератором (педалью газа), выбирая оптимальный режим работы двигателя при трогании с места.

Система Mecatronic II так же, как и рассмотренная выше система Teves Gi20 использует штатные узлы гидравлической системы тормозов: главный тормозной цилиндр с вакуумным усилителем, колесные тормозные цилиндры. На всех колесах устанавливают датчики частоты вращения, а гидравлический модулятор с электрогидравлическим насосом и энергоаккумулятором, а так же

весь комплект электромагнитных клапанов (соленоидов) и электронный блок управления.



1, 3, 7 и 10 – обратные и запорные клапаны; 2. – гидравлический энергоаккумулятор; 4 – электромагнитный шариковый двухходовой клапан ABS; 5 – электромагнитный шариковый двухходовой клапан TCS; 6 и 9 – клапан-демпфер; 8. – клапан-компенсатор; 11. – расходная полость; 12. – плунжерный электрогидравлический насос.

Рисунок 1.53 – Режим обычного торможения без включения ABS/TCS системы Mecatronic II.

Вначале рассмотрим режим обычного торможения без подключения функции ABS/TCS.

При нажатии на педаль тормозная жидкость из главного тормозного цилиндра поступает в гидравлический модулятор. Электромагнитный клапан TCS 5 находится в закрытом состоянии, поэтому жидкость протекает по линии, находящейся между клапаном демпфером 6 и обратным клапаном 7. Далее тормозная жидкость движется через клапан-компенсатор давления 8, золотник которого силой сжатия пружины переведен в крайнее левое положение. Через выточку золотника жидкость перетекает в полость электромагнит-

ного клапана ABS 4, соленоид который не получая электрического напряжения, удерживает двухходовой шариковый клапан в верхнем положении. Из корпуса этого клапана жидкость возвращается в корпус клапана-компенсатора 8, но со стороны пружины. На торцевой поверхности этого клапана сделано отверстие, соединяющее гидравлический блок с колесным тормозным цилиндром.

Следует заметить, что для обслуживания каждого из колес в корпусе гидравлического блока выполнена идентичная гидравлическая цепь. Если педаль тормоза будет отпущена, произойдет обратный отток тормозной жидкости из колесного тормозного цилиндра по тому же самому пути.

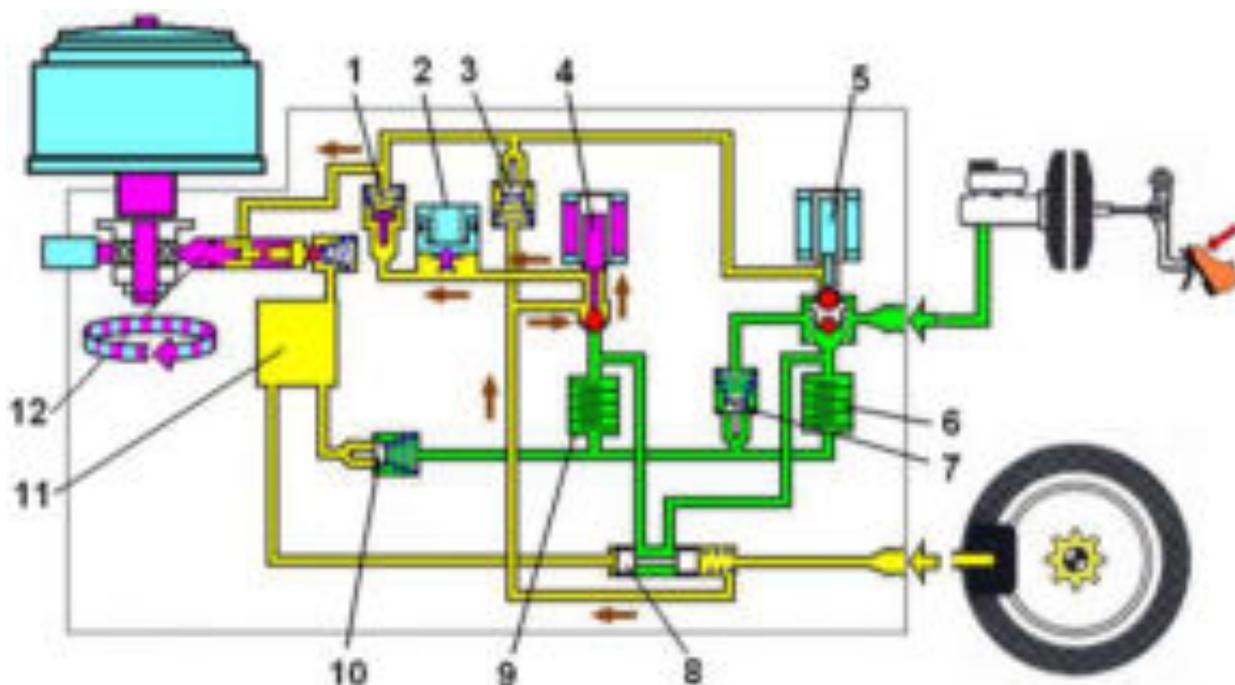


Рисунок 1.54 – Работа системы в режиме ABS (отбор тормозной жидкости из колесного тормозного цилиндра заблокированного колеса).

Как вы увидели, изучив приведенную схему, как электромагнитный клапан ABS, так и электромагнитный клапан TCS при обычном торможении без включения функции ABS/TCS находятся в обесточенном состоянии. Это необходимо для того, чтобы в случае отказа электроники тормозная система автомобиля оставалась работоспособной. Электрогидравлический насос в режиме обычного торможения не задействован, как не задействована и вся гидравли-

ческая линия обеспечения функции ABS/TCS. Но как только произойдет блокировка какого-либо колеса, ЭБУ ABS подаст электрическое напряжение на электромагнитный клапан ABS 4 (см. рисунок 1.54), который перекроет линию подачи тормозной жидкости от главного тормозного цилиндра к колесному тормозному цилиндру, одновременно открыв линию слива тормозной жидкости из колесного цилиндра в гидроаккумулятор. Запорный клапан 10 будет находиться в закрытом состоянии, так же, как и электромагнитный клапан TCS 5, поэтому утечки тормозной жидкости из линии, обеспечивающей подачу тормозной жидкости к колесным цилиндрам остальных колес происходит не будет.

Сброс давления из заблокированного колеса производится отбором части жидкости в энергоаккумулятор, но если возникнет необходимость разблокировки сразу нескольких колес автомобиля, емкости энергоаккумулятора может не хватить для обеспечения растормаживания всех колес. Для предотвращения этого по сигналу ЭБУ ABS произойдет включение откачивающего плунжерного электрогидравлического насоса.

Падение давления в колесном цилиндре обслуживаемого колеса приведет не только к увеличению его скорости вращения, но и к снижению тормозного усилия на этом колесе. Для предотвращения полного сброса давления ЭБУ отключит питание электромагнитного клапана 4, перекрыв линию слива тормозной жидкости в гидроаккумулятор. Плунжерный насос будет продолжать перекачку жидкости по кругу: избыток жидкости из расходной полости 11 через запорный клапан и клапан-демпфер 9 в открытый клапан 4, а также через клапан-компенсатор 8, открытый клапан TCS обратно в главный тормозной цилиндр. Однако водитель удерживает педаль в нажатом состоянии, поэтому, встретив сопротивление в главном тормозном цилиндре жидкость возросшим давлением переместит клапан-компенсатор 8 вправо, перекрыв путь сливу жидкости в главный тормозной цилиндр. С этого момента жидкость начнет вновь поступать в рабочий тормозной цилиндр обслуживаемого системой колеса.

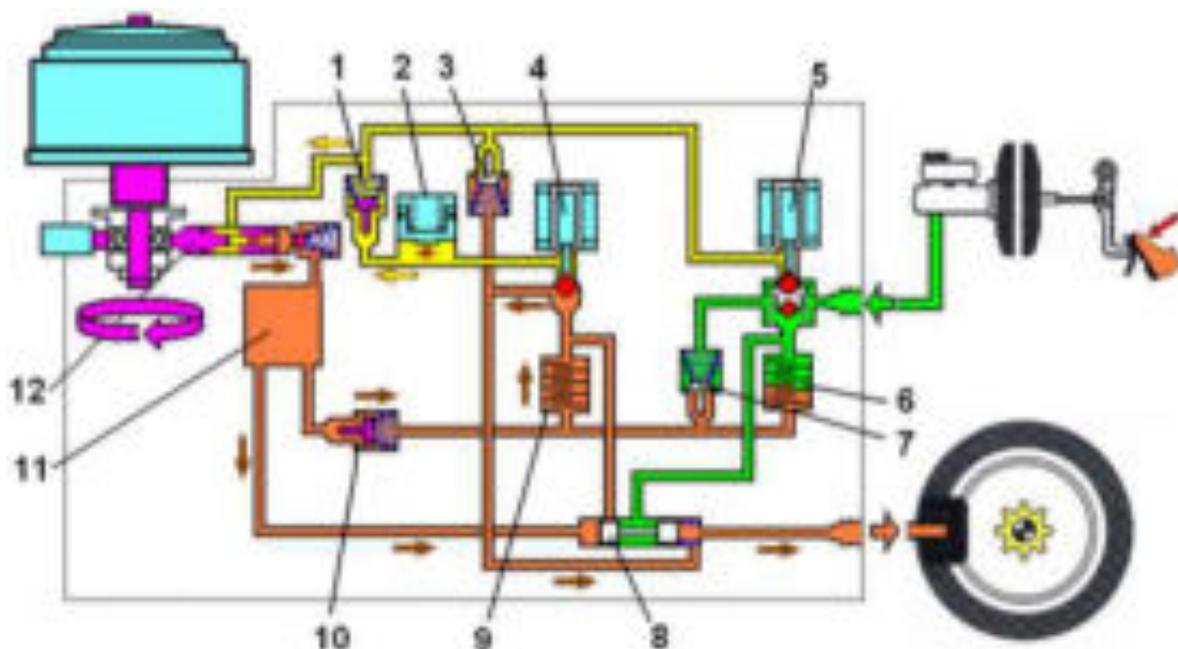


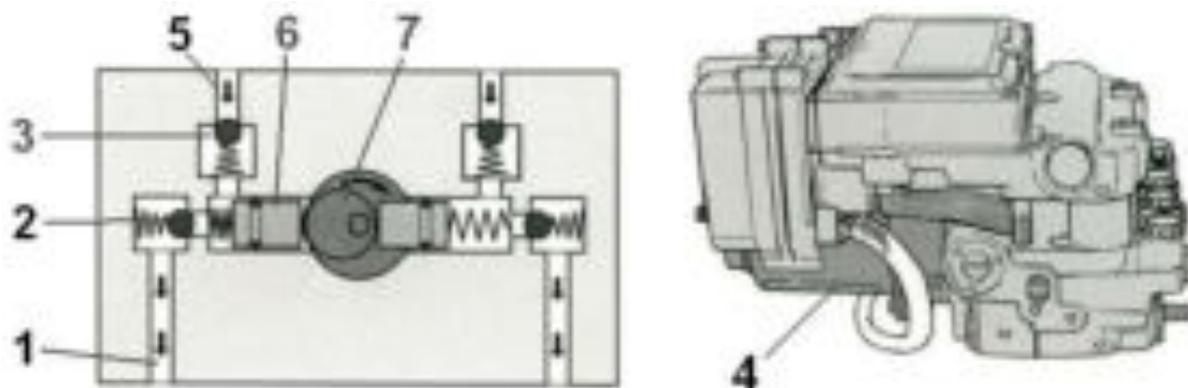
Рисунок 1.55 – Работа ABS Mecatronic II в режиме повторной подачи жидкости в колесный тормозной цилиндр.

Повторная подача тормозной жидкости в колесный цилиндр происходит следующим образом (см. рисунок 1.55). Электрогидравлический насос продолжает перекачивать тормозную жидкость из полости гидравлического энергоаккумулятора 2 в расходную полость 11. Из расходной полости 11 жидкость под давлением, создаваемой плунжерным насосом 12 поступает в запорный клапан 10, открывая его. Так как электромагнитный клапан ABS 4 находится в закрытом состоянии, тормозная жидкость плунжерным насосом из энергоаккумулятора 2 нагнетается в полость колесного тормозного цилиндра, который, прижав колодки к тормозному диску, возобновляет режим торможения колеса.

Плунжерный насос, изображенный на рисунке 1.56 работает следующим образом. Электрический мотор 4 включается по команде ЭБУ ABS/TCS. Выходной вал электромотора имеет на конце эксцентрик, который при вращении вала заставляет два плунжера 6, расположенные с противоположных сторон насосного узла. Впускной 5 и выпускной клапаны обеспечивают перекачку жидкости из всасывающей магистрали 5 в напорную 1.

Если повторяется блокировка колеса, то весь цикл, включая сброс давления, удержание давления и повторная подача тормозной жидкости в колес-

ный цилиндр будет неоднократно повторяться, пока скорость движения автомобиля не достигнет безопасной величины, при которой блокировка колеса не принесет потери управляемости и заноса автомобиля.



1 – напорная магистраль; 2 – напорный клапан; 3 – всасывающий клапан; 4 – электрический мотор; 5 – всасывающая магистраль; 6 – плунжер (поршень насоса); 7 – эксцентриковый вал электромотора.

Рисунок 1.56 – Устройство электрогидравлического плунжерного насоса.

Теперь рассмотрим работу системы в режиме TCS.

Если при попытке троганья с места (см. рисунок 1.57) происходит буксование одного из ведущих колес автомобиля, ЭБУ подает сигнал на электромагнитный клапан TCS 5 гидравлического модулятора. Одновременно включается электрогидравлический насос, который, забирая тормозную жидкость из резервуара главного тормозного цилиндра, подает её через запорный клапан 10 в клапан-демпфер 9, в котором гасятся колебания давления потока жидкости, вызванные неравномерной подачей тормозной жидкости плунжерным насосом. Электромагнитный клапан ABS 4 находится в закрытом положении, отсекая поток тормозной жидкости от сливной линии. Клапан-компенсатор 8 в результате воздействия потока жидкости на торцевую часть золотника, переведен в положение, при котором линия, проходящая между клапаном-демпфером 9 и обратным клапаном 7, закрыта цилиндрической частью золотника.

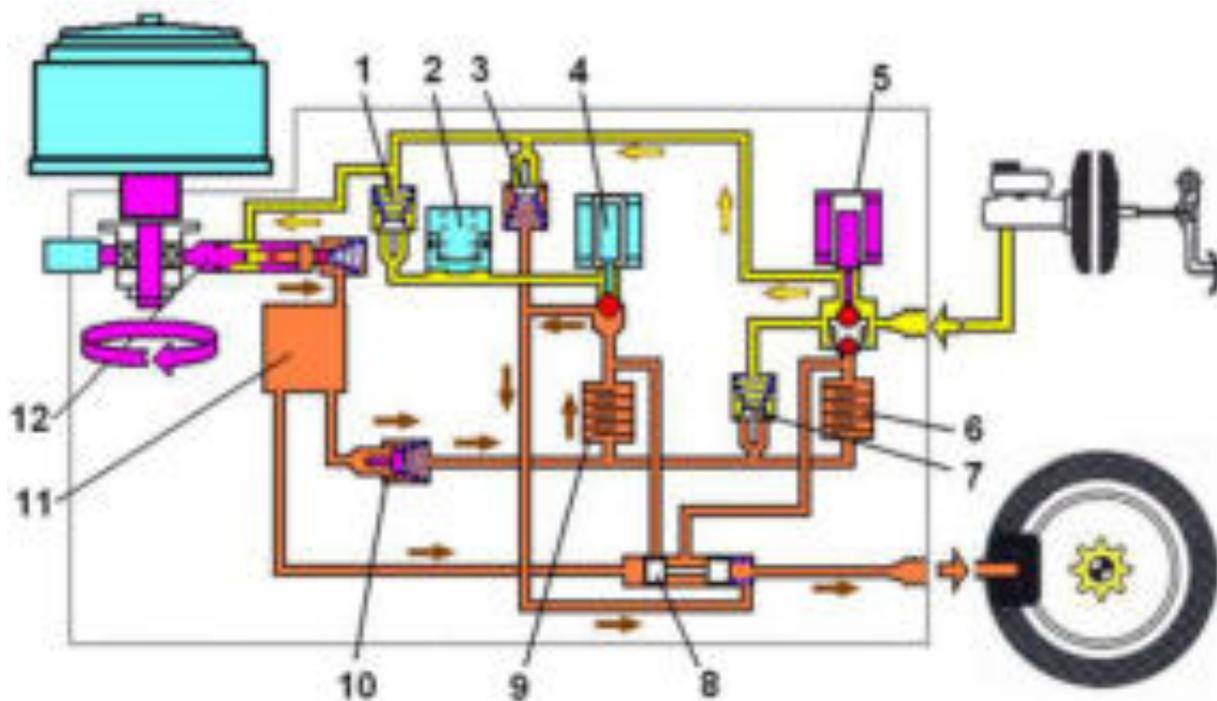


Рисунок 1.57 – Режим подачи тормозной жидкости к буксующему колесу противобуксовочной системой TCS Mecatronic II.

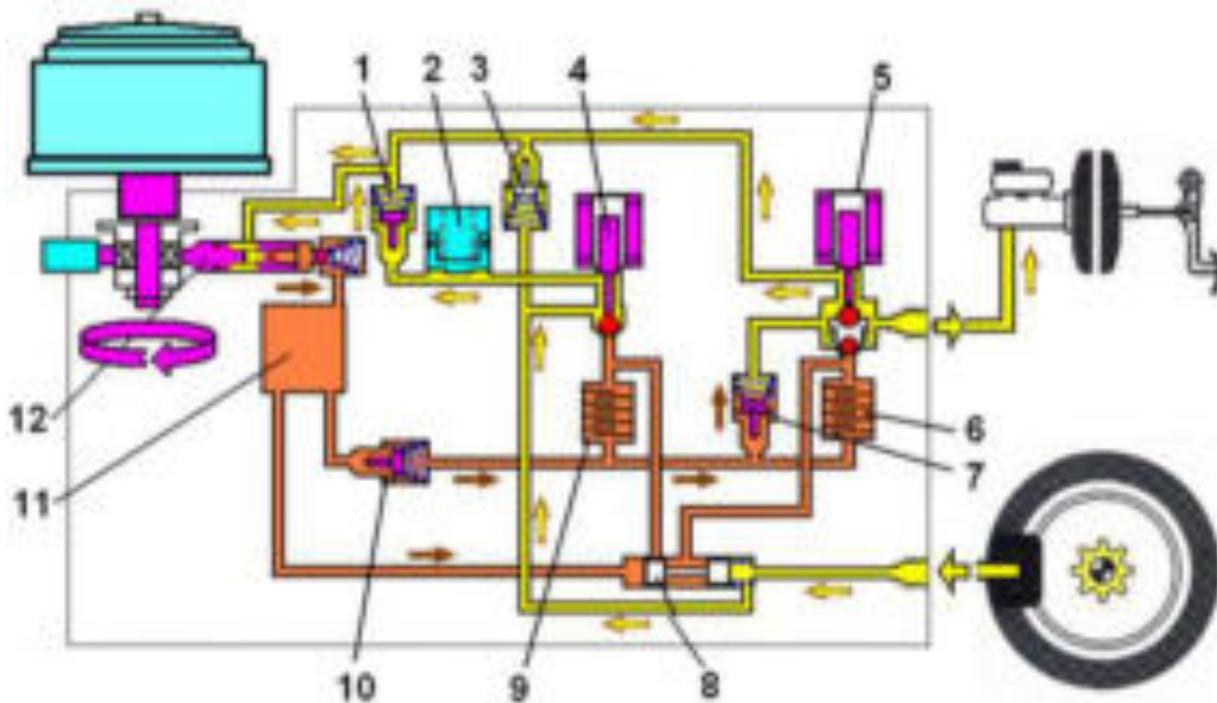


Рисунок 1.58 – Режим отбора тормозной жидкости из колесного тормозного цилиндра системой TCS Mecatronic II.

Тормозная жидкость, проходя через полость электромагнитного клапана ABS, поступает в клапан-компенсатор 8 со стороны пружины 6 и подается в ко-

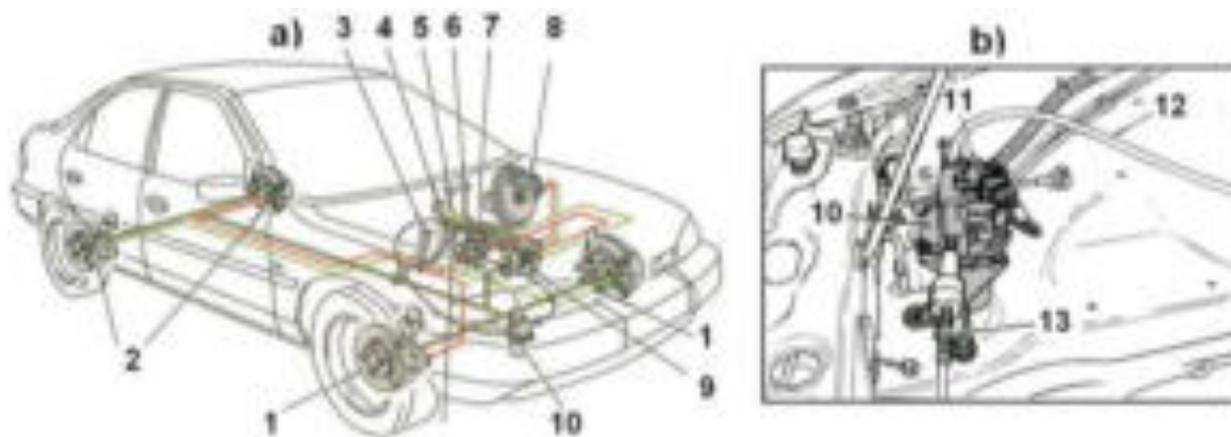
лесный тормозной цилиндр. Тормозной механизм сдерживает вращение ведущего колеса, тем самым, перераспределяя крутящий момент на другое колесо ведущей оси. Автомобиль начинает движение, и электромагнитный клапан ABS переводится во включенное положение (см. рисунок 1.58), прерывая поток тормозной жидкости от электрогидравлического насоса к колесному тормозному цилиндру. Начинается фаза отбора тормозной жидкости из колесного тормозного цилиндра, ранее буксующего колеса.

После перевода электромагнитного клапана ABS во включенное положение, подача тормозной жидкости от насоса к колесному цилиндру прекращается. Электрогидравлический насос откачивает жидкость из колесного цилиндра и прекращает работу.

Выключение и включение насоса и электромагнитных клапанов может сопровождаться риском повреждения модулятора и компонентов гидравлических цепей системы торможения из-за гидравлического удара. Напоминаем, что тормозная жидкость – практически несжимаема, и если электромагнитный клапан включается и выключается очень быстро, гидравлический насос мгновенно остановить невозможно. Резкое возрастание давления в результате мгновенного запираания напорной магистрали вызывает мгновенный рост давления до критических величин. Это явление носит название гидравлического удара. Во избежание повреждения гидравлических цепей и их компонентов в состав модулятора включены предохранительные (обратные) клапаны, которые перепускают жидкость при чрезмерном росте давления.

Работа системы TCS предусматривает управление не только режимом торможения, но и тяговым режимом двигателя. С этой целью в систему управления двигателем введен активатор, управляющий дроссельной заслонкой бензинового двигателя, или топливоподачей дизельного двигателя.

На компоновочной схеме (см. рисунок 1.59) активатор привода дроссельной заслонки показан позицией 10.



1 – передний тормозной механизм с датчиком частоты вращения колеса. 2 – задний тормозной механизм с датчиком частоты вращения колеса; 3 – акселератор (педали газа); 4 – кнопка отключения TCS; 5 – сигнальная лампа ABS; 6 – сигнальная лампа TCS; 7 – дроссельная заслонка; 8 – главный тормозной цилиндр с вакуумным усилителем; 9 – модулятор ABS/TCS Mecatronic II; 10 – активатор управления дроссельной заслонкой; 11 – коннектор (штепсельный разъем) активатора; 12 – трос от акселератора (педали газа); 13 – трос управления дроссельной заслонкой.

Рисунок 1.59 – Расположение компонентов системы Mecatronic II в автомобиле Ford Mondeo.

Активатор 10 (см. рисунок 1.59b) управления дроссельной заслонки установлен в разрыве троса привода, идущего от педали газа 12, и троса 13, соединяющего активатор с дроссельным узлом. В состав активатора включен шаговый электромотор, управляемый ЭБУ. Если при трогании с места возникла необходимость предотвращения пробуксовки, ЭБУ перехватывает режим управления дроссельной заслонкой. Как бы водитель ни нажимал на педаль газа, ЭБУ выберет оптимальный режим управления тяговым режимом и предотвратит пробуксовку колес.

1.7.4 Особенности обслуживания автомобилей, снабженных системой ABS/ASR (TCS)

Система ABS/ASR (TCS) весьма надежна и самопроизвольных отказов

компонентов практически не бывает. Как правило, большинство отказов системы связано с небрежным обслуживанием автомобиля и происходит по следующим причинам:

- Не установлены или неправильно установлены на место кабели подключения компонентов системы;
- Произошло механическое повреждение датчика при проведении ремонтных работ с подвеской;
- Небрежно проведенная процедура прокачки гидравлической системы тормозов автомобиля, в результате присутствие воздуха в гидравлической системе вызывает сбои в работе ABS;
- Применение некачественной тормозной жидкости приводит к коррозии внутренних полостей и каналов гидравлического модулятора и, как следствие, к зависанию клапанов в открытом состоянии.

Проверку работоспособности системы проверить довольно просто.

Начнем с проверки работы ABS. Для этого необходимо провести ездые испытания, то есть проверить работу системы на скользкой дороге (например, на мокром или обледенелом покрытии). После разгона автомобиля до скорости 35...40 км/час имитировать аварийное торможение, нажав педаль тормоза до отказа. При исправной системе педаль под ногой должна слегка вибрировать, или как выражаются автомеханики «отбивать» в ногу. Автомобиль не должен срываться в юз, а перемещаться прямолинейно, плавно снижая скорость.

Проверку работоспособности системы ASR (TCS) в режиме «работает – не работает» можно произвести следующим образом: Необходимо приподнять автомобиль, освободив ведущие колеса от контакта с опорной поверхностью. Запустить двигатель и убедиться, что контрольная лампа ASR (TCS) погасла. Дать поработать двигателю, прогреть его до рабочей температуры, так как система ASR (TCS) не будет управлять режимом акселерации на непрогретом

двигателе. Включить 1-ю или 2-ю передачу (на автомобилях с АКПП, соответственно любую переднюю передачу «D1» или «D2»). Нажать на педаль газа на 3...4 секунды. Если на панели приборов в это время несколько раз загорится лампа ASR (TCS), а двигатель не набирает обороты, система ASR (TSC) исправна.

Если же предварительные проверки выявили какую-либо неисправность, необходимо провести комплексную проверку системы.

1.7.4.1 Система самодиагностики (встроенная диагностика) и поиск неисправных компонентов электронных систем управления торможением

Современные автомобильные системы управления имеют встроенную диагностику неисправностей, алгоритм которой заключается в следующем:

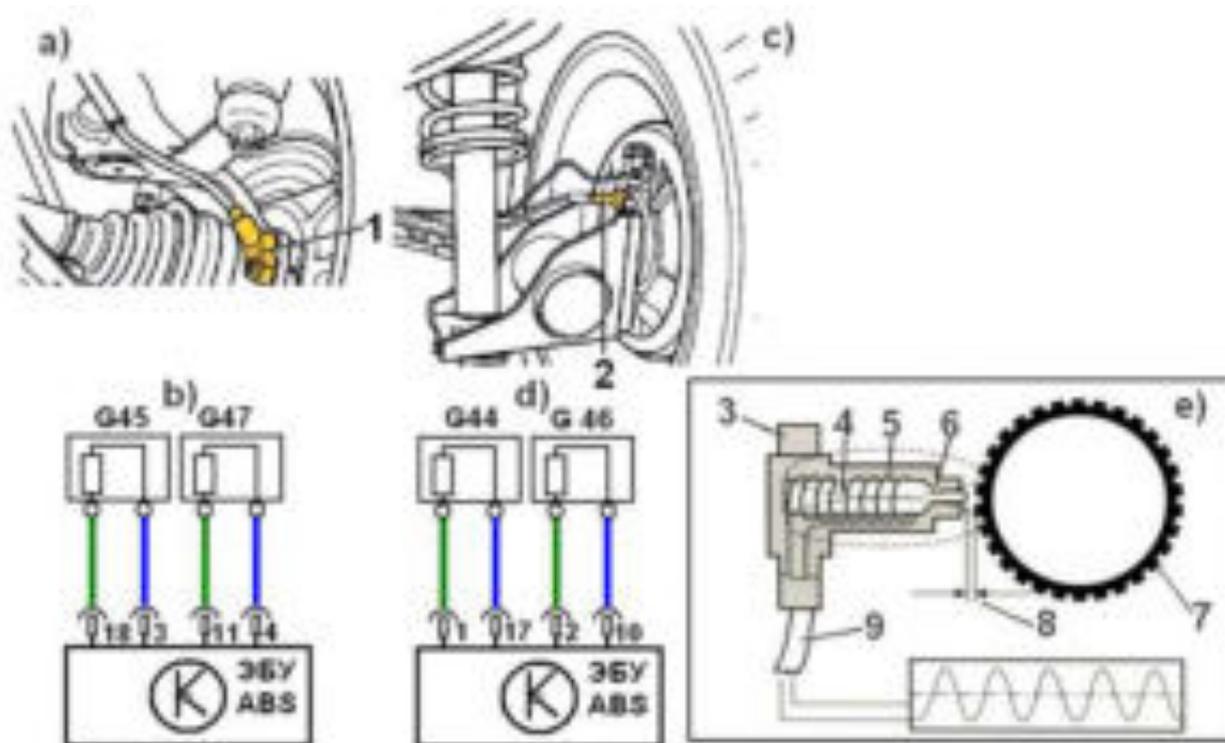
При включении зажигания компьютер системы ABS/ASR (TCS) тестирует все компоненты системы – датчики, модулятор, все электрические цепи, а так же самого себя. В это время на панели приборов горят обе контрольные лампы. Проверка занимает 2...3 секунды, по истечении которых, если в системе всё в норме, лампы гаснут. Если же в системе обнаружена неисправность, лампы продолжают светиться, а компьютер фиксирует в своей оперативной памяти код неисправности. Это так называемые «статические» неисправности, которые возникают при проверке электрических цепей на короткое замыкание или обрыв.

Динамические неисправности выявляются при движении автомобиля, например, неисправность колесного датчика.

1.7.4.2 Датчик частоты вращения колеса

В системе управления торможением обычно применяют датчики ча-

стоты вращения индукционного типа. Сердечник датчика – постоянный магнит 4 (см. рисунок 1.60е), вокруг которого намотана катушка индуктивности 5, соединенная с электронным блоком управления.



1 – датчик частоты вращения переднего колеса; 2 – датчик частоты вращения заднего колеса; 3 – корпус датчика; 4 – магнитный сердечник; 5 – обмотка датчика; 6 – магнитопровод; 7 – задающий диск; 8 – установочный зазор; 9 – электрический кабель.

Рисунок 1.60 – Расположение датчиков частоты вращения колес, электрические схемы их подключения и конструкция индукционного датчика.

При вращении зубчатого колеса магнитные силовые линии попеременно проходят либо через воздушный зазор, либо через зубцы магнитопроводящего кольца 7. Величина зазора 8 между датчиком и задающим диском необходимо установить при монтаже датчика на его место. Изменение длины магнитопровода вызывает соответствующее изменение магнитного поля, пересекающей своими магнитными силовыми линиями витки катушки индуктивности. В результате этого изменения в витках индуцируется переменный электрический ток.

1.7.4.3 Проверка неисправности колесных датчиков

Перед проверкой датчиков скорости вращения колеса необходимо обратить внимание на следующее:

- Ступичные подшипники колес не должны иметь чрезмерного износа или иметь неправильную регулировку;
- Датчик 3 (см. рисунок 1.60) и его провода 9 не должны иметь механических повреждений;
- Ротор колесного датчика (задающий диск) 7 не должен иметь механических повреждений и быть свободным от грязи.

Для диагностики датчика потребуется омметр и осциллограф.

Порядок проверки следующий:

- Снимают колесо и проверяют правильность установки датчика. Величина зазора между ротором и датчиком 8 (см. рисунок 1.60) не должна превышать величины, предусмотренной Техническими условиями. Для справки необходимо обратиться к соответствующему разделу Руководства по ремонту диагностируемого автомобиля. При необходимости регулируют величину зазора.
- При выключенном зажигании отключают коннектор (штекерный разъем) ЭБУ и производят измерение сопротивления между соответствующими терминалами, например 18 и 3 (см. рисунок 1.60b). Чтобы исключить ошибку, связанную с повреждением соединений проводов, проводят повторное измерение непосредственно на терминалах датчика. Проверяют результат измерения по Техническим условиям, приведенным в соответствующем Руководстве по ремонту.
- Освобождают колеса автомобиля, приподняв его. Отсоединяют разъем ЭБУ и присоединяют к соответствующим терминалам измерительные щупы осциллографа. Вращая колесо со скоростью

около 30 об/мин проверяют осциллограмму переменного напряжения на выходе каждого датчика скорости колес. Амплитуда синусоидального сигнала должна быть не менее 0,12 Вольт. Пример синусоидального сигнала помещен на рисунке 1.60е) под задающим диском.

- При несоответствии значений сопротивления, амплитуды или синусоидальной формы выходного сигнала датчика, проверяют соответствующие жгуты и разъемы, а при необходимости – заменяют датчик.

1.7.4.4 Проверка концевого выключателя педали тормоза

Для проверки работоспособности датчика выключателя педали тормоза необходимо при выключенном зажигании отсоединить жгут проводов от ЭБУ. Затем включить зажигание и, подключив вольтметр между соответствующим терминалом жгута проводов ЭБУ и массой (см. рисунок 1.61).

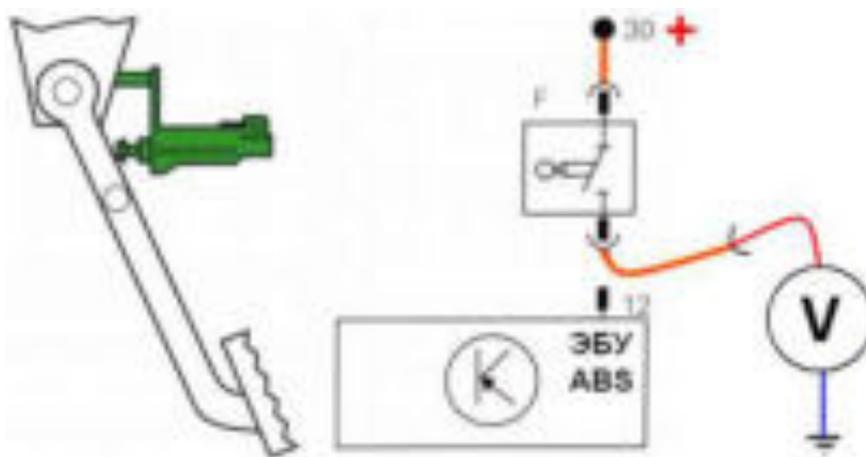


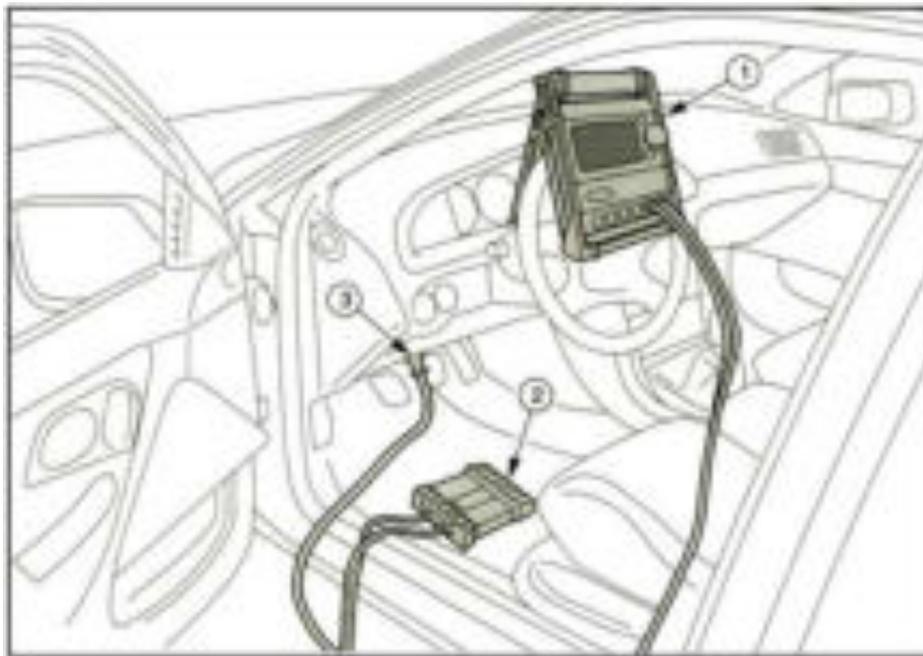
Рисунок 1.61 – Датчик положения педали тормоза (концевой выключатель) и схема его подключения к ЭБУ.

При отпущенной педали тормоза вольтметр должен зафиксировать напряжение около 0 Вольт. При нажатой педали тормоза – около 12 Вольт.

При необходимости отрегулируйте начальное положение концевого выключателя или установите новый концевой выключатель.

1.7.4.5 Проверка гидромодулятора

Проверку работоспособности гидромодулятора можно произвести только при помощи специального диагностического оборудования (см. рисунок 1.62), в состав которого входит не только считывающее устройство (монитор) но и задающее устройство, способное подавать команды на соленоиды гидравлического модулятора и электрический мотор насоса.



1 – монитор диагностического прибора; 2 – задающее устройство; 3 – диагностический разъем.

Рисунок 1.62 – Подключение диагностических приборов к автомобилю.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тормоза должны обеспечивать регулирование скорости автомобиля и его остановку с необходимым замедлением. Для этой цели во всех современных автомобилях используется гидравлическая тормозная система с приводом от ножной педали. При обнаружении каких-либо отклонений в работе тормозов, а также при ремонтных работах других узлов и механизмов, следует внимательно осмотреть состояние тормозных шлангов и трубопроводов. Особое внимание необходимо обратить на места перегибов шлангов, перехода трубопроводов через стенки в моторном отсеке, обжима трубок скобами на кузове и балке задней подвески. В случае обнаружения на тормозных шлангах трещин (даже незначительных), вздутий или следов тормозной жидкости на поверхности резины шланги в обязательном порядке подлежат замене.

В настоящее время происходит интенсивное совершенствование конструкций тормозных систем с гидравлическим приводом, повышение их надежности и производительности. Осуществляется более частое обновление выпускаемых моделей, придание им более высоких потребительских качеств, отвечающих современным требованиям. Все это вызывает необходимость повышения профессионального уровня автомеханика. Он должен иметь представление о современном состоянии и тенденциях развития как автомобилестроения в целом, так и отдельных моделей автомобилей, уметь оценивать техническое состояние, чтобы затем надежно проводить обслуживание и ремонт автомобилей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Головин С.И. Анализ диагностических информаторов / С.И. Головин // В сборнике: Сборник докладов молодых ученых факультета агротехники и энергообеспечения. 2003-2004 гг.. – Орел, 2005. С. 59-62.
2. Головин С.И. Анализ эксплуатации тракторов / С.И. Головин, А.А. Жосан // В сборнике: Особенности технического и технологического оснащения современного сельскохозяйственного производства. / Сборник материалов международной научно-практической конференции. – Орел, 2013. – С. 119-126.
3. Головин С.И. Безразборные технологии увеличения эксплуатационного ресурса автотранспортной техники / С.И. Головин, Е.А. Ерохин // В сборнике: Сборник докладов молодых ученых факультета агротехники и энергообеспечения. – Орел, 2007. С. 78-83.
4. Головин С.И. Мониторинг изнашивания деталей дизеля как средство оптимизации системы технического обслуживания: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / С.И. Головин. – Москва, 2007
5. Головин С.И. Мониторинг изнашивания деталей дизеля, как средство оптимизации системы технического обслуживания: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / С.И. Головин. – Москва, 2007.
6. Головин С.И. Надежность и безотказность тракторов / С.И. Головин, А.А. Жосан // В сборнике: Особенности технического и технологического оснащения современного сельскохозяйственного производства. / Сборник материалов международной научно-практической конференции. – Орел, 2013. – С. 126-134.
7. Головин С.И. Особенности государственного технического осмотра / С.И. Головин, А.А. Жосан, А.Д. Полудницын // В сборнике: Состояние и перспективы энерго- и ресурсосберегающих технологий в АПК. / Материалы Международной научно-практической конференции. – Орел, 2009. С. 47-51.
8. Головин С.И. Оценка состояния двигателя по показателям моторного

масла / С.И. Головин, А.А. Жосан // Тракторы и сельхозмашины. – Москва, 2007. № 4. С. 52-53.

9. Головин С.И. Повышение качества моторных масел как способ достижения заявленного ресурса дизелей / С.И. Головин // Агротехника и энергообеспечение. – 2017. № 2 (15). – Орел, 2017. – С. 44-49.

10. Головин С.И. Проблема реализации ресурса двигателей / С.И. Головин, Е.В. Рябцев // В сборнике: Сборник докладов молодых ученых факультета агротехники и энергообеспечения. – Орел, 2007. С. 139-142.

11. Головин С.И. Прогнозирование остаточного ресурса дизелей / С.И. Головин, Н.М. Деревягин // В сборнике: Сборник докладов молодых ученых факультета агротехники и энергообеспечения. – Орел, 2007. С. 111-114.

12. Головин С.И. Реализации назначенного ресурса дизеля / С.И. Головин // В сборнике: Особенности технического оснащения современного сельскохозяйственного производства. / Сборник материалов к Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Орел, 2012. С. 87-91.

13. Головин С.И. Структура и состав МТП в отечественном сельском хозяйстве / С.И. Головин, А.А. Жосан, М.Р. Михайлов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – Москва, 2008. № 6. С. 3.

14. Головин С.И. Тенденции развития тракторостроения / С.И. Головин, А.А. Жосан // В сборнике: Особенности технического и технологического оснащения современного сельскохозяйственного производства. / Сборник материалов международной научно-практической конференции. – Орел, 2013. – С. 134-138.

15. Головин С.И. Техническое состояние АМТС как один из критериев, влияющих на безопасность дорожного движения / С.И. Головин, А.А. Жосан, А.Д. Полудницын // Мир транспорта и технологических машин. – Орел, 2009. № 4 (27). С. 54-58.

16. Головин С.И. Устройство автомобиля. Часть 1 Подвижной состав автомобильного транспорта / С.И. Головин, А.А. Жосан, М.М. Ревякин – Орел: Орловский ГАУ, 2018. – 34 с.

17. Головин С.И. Устройство автомобиля. Часть 2 Автомобильные колеса и шины / С.И. Головин, А.А. Жосан, М.М. Ревякин – Орел: Орловский ГАУ, 2018. – 85 с.
18. Головин С.И. Устройство автомобиля. Часть 3 Подвеска / С.И. Головин, А.А. Жосан, М.М. Ревякин – Орел: Орловский ГАУ, 2018. – 118 с.
19. Головин С.И. Устройство автомобиля. Часть 5 Пневматические тормозные системы / С.И. Головин, А.А. Жосан, М.М. Ревякин – Орел: Орловский ГАУ, 2018. – 133 с.
20. Головин С.И. Устройство автомобиля. Часть 6 Рулевое управление / С.И. Головин, А.А. Жосан, М.М. Ревякин – Орел: Орловский ГАУ, 2018. – 78 с.
21. Головин С.И. Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине «Конструкция и эксплуатационные свойства автомобилей» / С.И. Головин, А.А. Жосан, М.М. Ревякин. – Орёл, 2017. – 123 с.
22. Жосан А.А. Анализ эксплуатации зарубежной техники в России / А.А. Жосан, М.Р. Михайлов, С.И. Головин // Тракторы и сельхозмашины. Москва, 2009. № 4. С. 52-53.
23. Жосан А.А. Архитектурная топология системы самодиагностики / А.А. Жосан, М.М. Ревякин // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – Курск, 2011. Т. 3. № 3. С. 72-73.
24. Жосан А.А. К вопросу о причинах изменения геометрии шатунов / А.А. Жосан, М.М. Ревякин, Е.В. Яковлева // В сборнике: Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ-2015) сборник статей VII Международной научно-технической конференции. Е.В. Агеев (отв. редактор). – Курск, 2015. С. 52-64.
25. Жосан А.А. К вопросу об улучшении эксплуатационных свойств моторных масел / А.А. Жосан, М.М. Ревякин, Д.С. Ершов // Агротехника и энергообеспечение. – Орел, 2016. № 2 (11). С. 81-86.
26. Жосан А.А. К вопросу развития средств диагностирования / А.А. Жосан, С.Н. Куликов, М.М. Ревякин // Труды ГОСНИТИ. – Москва, 2009. Т. 103. № 1. С. 47-48.

27. Жосан А.А. К вопросу управления техническим состоянием дизеля / А.А. Жосан, С.И. Головин // В сборнике: Механизация интенсивных технологий в АПК. – Орел, 2006. С. 134-137.
28. Жосан А.А. Методология определения продуктов износа в моторных маслах / А.А. Жосан, М.М. Ревякин, А.А. Титов // Агротехника и энергообеспечение. – Орел, 2016. № 2 (11). С. 87-92.
29. Жосан А.А. Мониторинг изнашивания деталей дизеля, как средство оптимизации системы технического обслуживания / А.А. Жосан, С.И. Головин // Монография. – Орел, 2017. – 156 с.
30. Жосан А.А. Обеспечение ресурса двигателей тракторов агропромышленного комплекса путем контроля условий эксплуатации по химмотологическому параметру моторного масла / А.А. Жосан, С.И. Головин // Монография. – Орел, 2013. – 189 с.
31. Жосан А.А. Оценка способов формирования систем самодиагностики распределенного типа / А.А. Жосан, М.М. Ревякин // В сборнике: Энергосберегающие технологии и техника в сфере АПК Сборник материалов к Межрегиональной выставке-конференции. – Орел, 2011. С. 209-211.
32. Жосан А.А. Перспективы импорта сельскохозяйственной техники / А.А. Жосан, М.Р. Михайлов, С.И. Головин // В сборнике: Состояние и перспективы энерго- и ресурсосберегающих технологий в АПК. / Материалы Международной научно-практической конференции. – Орел, 2009. С. 35-38.
33. Жосан А.А. Пути улучшения технических, экономических и экологических показателей дизельных двигателей / А.А. Жосан, С.И. Головин, О.А. Кореньков // В сборнике: Ресурсосбережение - XXI век. Сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Орел, 2005. С. 46-48.
34. Жосан А.А. Система РИКОС как способ обеспечения и поддержания целевой динамичности мобильных энергетических средств / А.А. Жосан, С.И. Головин, М.М. Ревякин // В сборнике: Состояние и перспективы энерго- и ресурсосберегающих технологий в АПК. / Материалы Международной научно-практической конференции. – Орел, 2009. С. 52-57.

35. Жосан А.А. Система РИКОС как способ обеспечения и поддержания целевой динамичности мобильных энергетических средств / А.А. Жосан, С.И. Головин, М.М. Ревякин // В сборнике: Состояние и перспективы энерго- и ресурсосберегающих технологий в АПК Материалы Международной научно-практической конференции. – Орел, 2009. С. 52-57.
36. Жосан А.А. Современные системы самодиагностики мобильных энергетических средств / А.А. Жосан, М.М. Ревякин // В сборнике: Инновационные технологии и техника нового поколения - основа модернизации сельского хозяйства. Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции. Ответственный редактор: Лачуга Ю.Ф. – Москва, 2011. С. 81-86.
37. Жосан А.А. Топология построения систем самодиагностики: вариативность и оптимальность / А.А. Жосан, М.М. Ревякин // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – Орел, 2011. Т. 29. № 2. С. 109-111.
38. Жосан А.А. Увеличение ресурса дизелей / А.А. Жосан, С.И. Головин // Тракторы и сельхозмашины. – Москва, 2006. № 12. С. 35.
39. Жосан А.А. Улучшение эксплуатационных свойств моторных масел применением ультразвука / А.А. Жосан, М.М. Ревякин // В сборнике: Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ-2016) сборник статей VIII Международной научно-технической конференции. Е.В. Агеев (отв. редактор). – Курск, 2016. С. 95-99.
40. Жосан А.А. Учебно-методическое пособие для выполнения контрольной работы по дисциплине «Силовые агрегаты» и задания для контрольной работы для обучающихся по направлению подготовки 23.03.03 - «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» заочной формы обучения / А.А. Жосан, С.И. Головин, М.М. Ревякин, А.В. Кондыков. – Орёл, 2017. – 77 с.
41. Жосан А.А. Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине «Эксплуатация машинно-тракторного парка» / А.А. Жосан, С.И. Головин, М.М. Ревякин, А.В. Кондыков. – Орёл, 2017. – 129 с.

42. Жосан А.А. Эффективность эксплуатации зарубежной сельскохозяйственной техники в России / А.А. Жосан, М.Р. Михайлов, С.И. Головин // В сборнике: Обеспечение устойчивого развития АПК в условиях глобального экономического кризиса. / Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. Орловский государственный аграрный университет. – Орел, 2009. С. 108-112.
43. Карелина М.Ю. Выпускная квалификационная работа бакалавра: учебное пособие / М.Ю. Карелина, М.М. Ревякин, А.А. Жосан, И.Н. Кравченко, А.В. Коломейченко, С.И. Головин, Е.В. Яковлева. – Орел, 2016. – 328 с.
44. Карелина М.Ю. Электронные системы управления работой дизельных двигателей: учебное пособие / М.Ю. Карелина, И.Н. Кравченко, А.В. Коломейченко, С.И. Головин, А.А. Жосан, М.Н. Ерофеев. – М. Инфра-М, 2017. – 160 с.
45. Куликов С.А. Повышение эксплуатационных характеристик надежности МТА при помощи систем телематического контроля / С.А. Куликов, М.М. Ревякин // В сборнике: Инновационные технологии механизации, автоматизации и технического обслуживания в АПК Материалы Международной научно-практической интернет-конференции. – Орел, 2008. С. 90-93.
46. Курочкин А.А. Подогрев рапсового масла как способ повышения эффективности использования его в качестве топлива / А.А. Курочкин, А.А. Жосан, Ю.Н. Рыжов, С.И. Головин // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – Орел, 2013. Т. 40. № 1. С. 209-212.
47. Михайлов М.Р. Оптимизация использования зерноуборочных комбайнов по параметрам надежности / М.Р. Михайлов, С.И. Головин, А.А. Жосан // Монография – Орел: Орловский ГАУ, 2018. – 144 с.
48. Пучин Е.А. Тенденции развития тракторостроения / Е.А. Пучин, А.А. Жосан, С.И. Головин // В сборнике: Инновационные технологии механизации, автоматизации и технического обслуживания в АПК. / Материалы Международной научно-практической интернет-конференции. – Орел, 2008. С. 61-64.

49. Ревякин М.М. Вариативность надежности мобильных энергетических средств предприятий АПК / М.М. Ревякин, А.А. Жосан, А.В. Шуруев // Агротехника и энергообеспечение. – Орел, 2014. № 1 (1). С. 137-140.
50. Ревякин М.М. Инновационные технологии в технической эксплуатации мобильных энергетических средств / М.М. Ревякин, А.А. Жосан // Известия Международной академии аграрного образования. – Санкт-Петербург, 2008. № 7. С. 35.
51. Ревякин М.М. Информационные технологии в технической эксплуатации мобильных энергосредств / М.М. Ревякин, А.А. Жосан // Тракторы и сельхозмашины. – Москва, 2010. № 1. С. 53-55.
52. Ревякин М.М. Основы логистики. Курс лекций для изучения дисциплины в рамках подготовки бакалавра по направлению 23.03.03 - Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов / М.М. Ревякин, А.А. Жосан. – Орел, 2016. – 149 с.
53. Ревякин М.М. Повышение надежности грузовых автомобилей путем применения системы эксплуатационной самодиагностики: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / М.М. Ревякин. – Государственный университет - учебно-научно-производственный комплекс. Орел, 2012.
54. Ревякин М.М. Применение системы эксплуатационной самодиагностики для обеспечения реализации заявленного ресурса дизелей / М.М. Ревякин // Технология колесных и гусеничных машин. – Москва, 2014. № 3. С. 35-43.
55. Ревякин М.М. Система технического обслуживания как средство обеспечения необходимого уровня надежности транспортных средств / М.М. Ревякин // Мир транспорта и технологических машин. – Орел, 2011. № 3. С. 35-38.
56. Ревякин М.М. Современный подход и реалии диагностирования / М.М. Ревякин, А.А. Жосан // Энерготехнологии и ресурсосбережение. 2008. Т. 2008. С. 193.
57. Ревякин М.М. Теория транспортных процессов и систем. Курс лекций для изучения дисциплины в рамках подготовки бакалавра по направлению

23.03.03 -Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов / М.М. Ревякин, А.А. Жосан. – Орел, 2016. – 127 с.

58. Ревякин М.М. Транспортная логистика. Курс лекций для изучения дисциплины в рамках подготовки бакалавра по направлению 23.03.03 - Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов / М.М. Ревякин, А.А. Жосан. – Орел, 2016. – 155 с.

59. Рыжов Ю.Н. Подогрев как способ повышения эффективности использования рапсового масла в качестве топлива / Ю.Н. Рыжов, А.А. Жосан, С.И. Головин, А.А. Курочкин // Тракторы и сельхозмашины. – Москва, 2013. № 6. С. 5-7.

60. Рыжов Ю.Н. Подогреватель топлива / Ю.Н. Рыжов, А.А. Жосан, С.И. Головин, А.А. Курочкин // Тракторы и сельхозмашины. – Москва, 2013. № 9. С. 6-7.

61. Увеличение ресурса двигателя и ресурсосбережение / А.А. Жосан, С.И. Головин // В сборнике: Ресурсосберегающие технологии при хранении и переработке сельскохозяйственной продукции. Сборник статей международного научно-практического семинара. – Орел, 2006. С. 17-19.

62. Фомичёв Е.В. Диагностирование как способ получения информации о техническом состоянии сельскохозяйственных машин и повышения их надежности / Е.В. Фомичёв, М.М. Ревякин // Агротехника и энергообеспечение. – Орел, 2014. № 1 (1). С. 356-361.