

УДК 621.4 : 629.114.2

*Рекомендовано методической комиссией
факультета механизации сельского хозяйства.
Протокол №7 от 28 марта 2013 г.*

Автор:

кандидат технических наук, доцент *В. А. Белоусов*

Рецензент:

кандидат технических наук, доцент *Г. Н. Сапьяник*

Тормозные системы автомобилей. Гидравлические тормозные приводы: методические указания для выполнения лабораторной работы / В. А. Белоусов. – Горки: БГСХА, 2013. – 28 с.

Рассмотрены элементы конструкций и принципы работы гидравлических тормозных приводов автомобилей.

Для студентов специальностей 1-74 06 01 Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства, 1-74 06 06 Материально-техническое обеспечение АПК, 1-74 06 04 Техническое обеспечение мелиоративных и водохозяйственных работ.

© УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», 2013

ВВЕДЕНИЕ

Эффективное использование тракторов, комбайнов и автомобилей, срок их службы во многом определяются состоянием механизмов управления. Тормозная система является неотъемлемой частью современной машины и обеспечивает необходимую управляемость, высокую надежность и безопасность эксплуатации. Современные тормозные системы являются сложными и дорогостоящими устройствами. Поэтому глубокое знание инженерными кадрами сельскохозяйственного производства, вопросов конструкции, регулирования и технического обслуживания тормозных систем позволит не только полнее использовать потенциал современной машины, но и поддерживать её в постоянном исправном техническом состоянии.

Цель данных методических указаний – оказать помощь студентам при изучении основ конструкции тормозных систем современных машин.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ТОРМОЗНЫХ ПРИВОДАХ

Тормозным приводом называется совокупность устройств, предназначенных для передачи энергии к тормозным механизмам при торможении и управления энергией в процессе передачи. Тормозной привод состоит из органа управления, передаточного механизма и аккумулятора энергии (последних может не быть).

Тормозной привод должен обеспечивать:

- быстрое и одновременное приведение в действие тормозных механизмов и их выключение;
- распределение приводных сил между тормозными механизмами колес в соответствии с изменением вертикальной нагрузки на колеса;
- пропорциональность между усилием на тормозной педали и приводными силами, воздействующими на тормозные механизмы;
- высокую надежность и КПД.

По способу воздействия на орган управления тормозные приводы бывают с ножным и ручным управлением. По виду привода тормозные системы могут быть механическими, гидравлическими, пневматиче-

скими, электрическими и комбинированными (гидромеханическими, гидропневматическими, пневмоэлектрическими, пневмомеханическими и т. п.).

Гидравлические тормозные приводы автомобилей являются гидростатическими, т. е. такими, в которых передача энергии осуществляется давлением жидкости. Принцип действия гидростатического привода основан на свойстве несжимаемой жидкости, находящейся в покое, передавать создаваемое в любой точке давление одинаково всем точкам замкнутого объема жидкости.

Принципиальная схема гидропривода показана на рис. 1. Привод состоит из главного тормозного цилиндра 4, поршень которого связан с тормозной педалью 6, колесных тормозных цилиндров передних колес 1 и 2, колесных тормозных цилиндров задних колес 9 и 10, регулятора тормозных сил 8, а также трубопроводов 3 и 7, соединяющих все цилиндры. Трубопроводы и внутренние полости главного тормозного и всех колесных цилиндров заполнены тормозной жидкостью (гидровакуумный усилитель 5, включенный в привод, на принцип его действия не влияет).

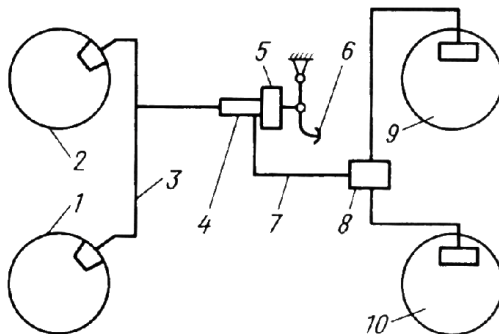


Рис. 1. Схема рабочей тормозной системы автомобиля

При нажатии на педаль 6 поршень главного тормозного цилиндра вытесняет жидкость в трубопроводы и колесные цилиндры. В колесных цилиндрах жидкость заставляет переместиться каждый поршень, вследствие чего колодки тормозных механизмов прижимаются к барабанам. Когда зазоры между колодками и барабанами будут выбраны, вытеснение жидкости из главного тормозного цилиндра в колесные

станет невозможным. При дальнейшем увеличении силы на педали создается значительное давление жидкости и начинается одновременное торможение всех колес. Чем больше сила, приложенная к педали тормоза, тем выше давление поршня главного тормозного цилиндра на жидкость и тем больше сила, которая передается от каждого поршня колесного цилиндра на колодку тормозного механизма. Таким образом, одновременное начало работы всех тормозов и постоянная зависимость между силой, на тормозной педали и приводными силами тормозов обеспечиваются самим принципом работы гидропривода.

При снятии силы с тормозной педали она под действием пружины перемещается в исходное положение. В исходное положение пружинной возвращается также поршень главного тормозного цилиндра, стяжные пружины отводят колодки от барабанов тормозных механизмов, и жидкость из колесных цилиндров по трубопроводам вытесняется в главный тормозной цилиндр.

Гидравлические тормозные приводы по виду используемой энергии делятся на три типа:

- 1) гидравлические приводы прямого действия, в которых тормозные механизмы приводятся в действие непосредственно водителем;
- 2) гидравлические приводы непрямого действия, в которых тормозные механизмы приводятся в действие усилием, направленным на тормозную педаль и параллельно включенным усилителем;
- 3) насосно-аккумуляторные приводы, в которых усилие направленное на тормозные механизмы передается жидкостью, поступающей под давлением от насоса и гидроаккумуляторов.

На рис. 2 показана схема гидравлического тормозного привода *прямого действия*. При нажатии на тормозную педаль 5 перемещается поршень 4 главного цилиндра 6 и под давлением жидкости в полости А поршень 3 перемещается влево, за счет чего создается давление в полости Б. В результате жидкость поступает по трубопроводам 2 и 7 к колесным гидроцилиндрам 1 и 8 – происходит затормаживание автомобиля.

На рис. 3 приведена схема гидравлического тормозного привода с *вакуумным усилителем*. Вакуумный усилитель 4 имеет следящий клапан 9 и диафрагму. В полости Б усилителя постоянно поддерживается вакуум, а полость А посредством клапана 9 сообщается с полостью Б в отторженном состоянии или с атмосферой при торможении. Когда водитель нажимает на тормозную педаль 5, усилие от нее передается на клапан 9, последний открывается и соединяет полость А с атмосфе-

рой, предварительно отключив ее от полости *Б*. В полостях *А* и *Б* давления различны, в результате создается дополнительная сила, развиваемая усилителем. Таким образом, на поршни 7, 8, которые расположены в цилиндре 3, действует суммарная сила, слагающаяся из силы, развиваемой усилителем и силы нажатия на педаль 1. Жидкость под давлением поступает по трубопроводам 2 и 6 в колесные цилиндры 1 и 10.

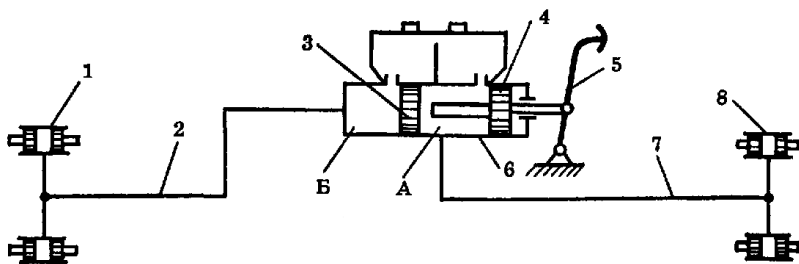


Рис. 2. Гидравлический тормозной привод прямого действия

Гидравлические тормозные приводы с вакуумным усилителем получили распространение на легковых и грузовых автомобилях полной массой до 7,5 т.

Схема гидравлического тормозного привода с *пневматическим усилителем* изображена на рис. 4. Усилитель состоит из следящего клапана 3 с подключенным к нему ресивером 4 и силового цилиндра 5 с поршнем (или с диафрагмой). При воздействии на педаль 1 через рычаг 2 усилие передается на шток цилиндра 5 и одновременно на клапан 3, последний перемещается и соединяет рабочую полость *А* цилиндра 5 с ресивером 4. Вследствие этого поршни гидроцилиндра 6 перемещаются и нагнетают жидкость под давлением по трубопроводам 7, 9 в гидроцилиндры 8 и 10 колесных тормозных механизмов. В усилителе обеспечивается следящее действие по силе и по перемещению.

Выполняется привод и в несколько измененном виде: рычаг 2 отсутствует, и педаль 1 воздействует только на следящий клапан (тормозной кран) 3. Такой привод называется пневмогидравлическим.

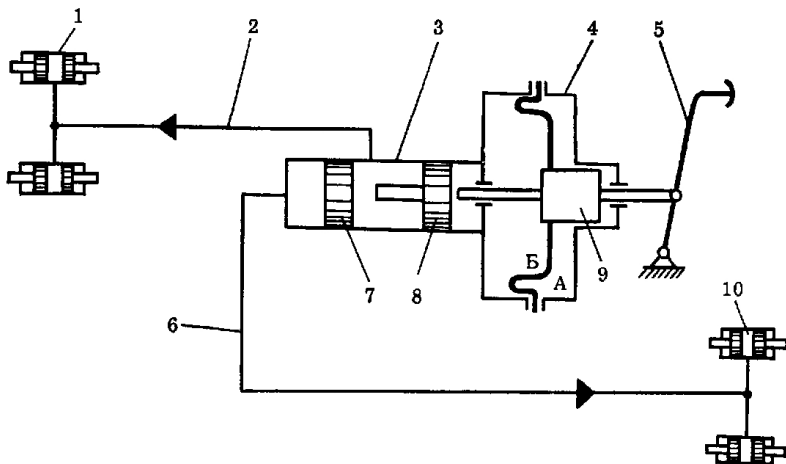


Рис. 3. Гидравлический тормозной привод с вакуумным усилителем

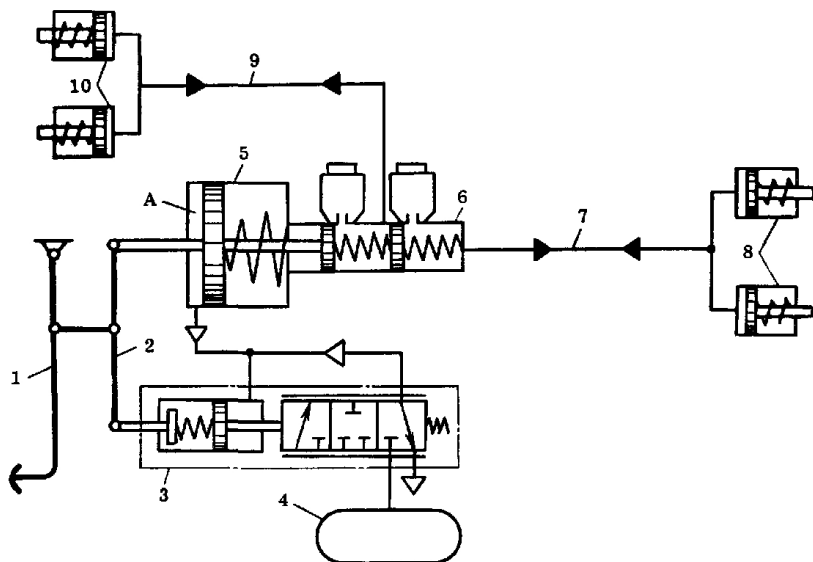


Рис. 4. Гидравлический тормозной привод с пневмоусилителем

На рис. 5 приведена схема гидравлического тормозного привода с гидроусилителем.

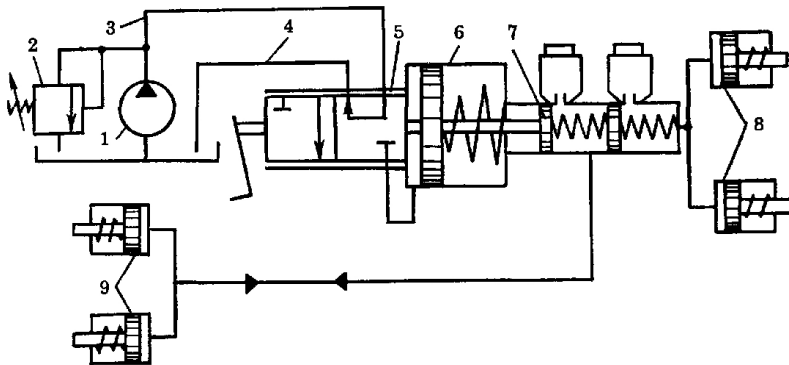


Рис. 5. Гидравлический тормозной привод с гидроусилителем

Гидроусилитель состоит из гидронасоса 1 с предохранительным клапаном 2, следящего распределителя 5, выполненного совместно с силовым поршнем 6, который посредством штока воздействует на поршни главного цилиндра 7. В некоторых конструкциях силовой поршень в отдельном исполнении отсутствует и его функции выполняет поршень главного цилиндра 7. В таких конструкциях давление жидкости, поступающей от гидронасоса 1, воспринимается непосредственно первым поршнем главного цилиндра. При нажатии на педаль в распределителе 5 перекрывается канал, соединяющий нагнетательную магистраль 3 со сливной магистралью 4. В результате в рабочей полости цилиндра 6 создается давление жидкости на силовой поршень усилителя (либо непосредственно на первый поршень главного цилиндра 7). При этом поршни главного цилиндра 7 перемещаются, тормозная жидкость под давлением поступает к колесным гидроцилиндрам 8 и 9 – происходит торможение автомобиля. Чем больше усилие, прилагаемое к педали, тем больше давление в рабочей полости распределителя 5 и в гидроцилиндрах 8 и 9. В отторможенном состоянии магистрали 3 и 4 через распределитель 5 соединяются между собой, и гидронасос работает вхолостую без существенного противодействия.

На автомобилях особо большой грузоподъемности применяется *насосно-аккумуляторный* гидравлический тормозной привод (рис. 6).

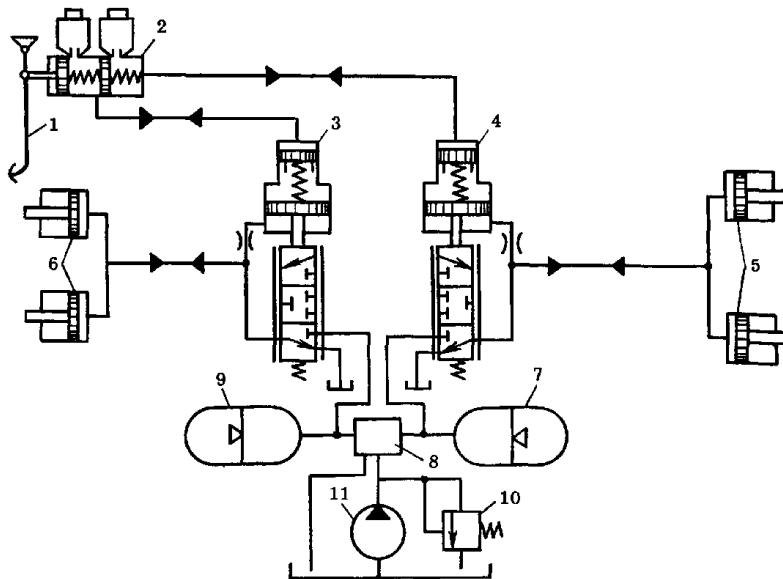


Рис. 6. Насосно-аккумуляторный тормозной привод

Управление двумя секциями 3 и 4 тормозного крана осуществляется с помощью дистанционного отдельного гидропривода с главным цилиндром 2. При нажатии на педаль 1 приводятся в действие секции 3 и 4 тормозного крана, открываются их клапаны и жидкость от гидроаккумуляторов 7 и 9 поступает к колесным гидроцилиндрам 5 и 6. Чем больше усилие, прилагаемое к педали, тем выше давление в гидроцилиндрах 5 и 6. Автоматический регулятор давления 8 релейного типа служит для разгрузки гидронасоса 11 при достижении верхнего предела давления в гидроаккумуляторах 7 и 9. Предохранительный клапан 10 защищает гидросистему от перегрузки по давлению. Рассмотренные типы гидравлических тормозных приводов имеют ряд основных преимуществ перед пневматическими: высокое быстродействие (до 0,2...0,4 с), большие приводные усилия, меньшие габариты и масса.

Кроме общих, к гидравлическим приводам предъявляются следующие *специфические требования*, касающиеся свойств рабочих жидкостей: высокая температура кипения; стабильная вязкость, особенно при работе привода при низких температурах; хорошие смазывающие свойства; минимальное коррозионное воздействие на металлические детали; жидкость не должна вызывать набухания резиновых деталей; минимальная податливость жидкости и элементов привода при работе под давлением; высокая стабильность характеристик при эксплуатации и хранении; жидкость не должна делиться на компоненты, в ней не должно быть вредных примесей.

Гидроприводы имеют следующие *достоинства*: малое время срабатывания вследствие несжимаемости жидкости и большой жесткости трубопроводов; равенство приводных сил на тормозных механизмах левых и правых колес; удобство компоновки (в отличие от механического привода гидролиния может быть проложена в любом, удобном для монтажа месте); высокий КПД (до 0,95); возможность распределения приводных усилий между тормозными механизмами передних и задних колес в результате применения рабочих цилиндров разного диаметра (на ВАЗ-2101 цилиндры передних дисковых тормозных механизмов – 40 мм; задних – 19 мм); простота обслуживания.

К *недостаткам* тормозного гидропривода относят снижение КПД при низких температурах (ниже – 30 °С); возможность выхода из строя тормозной системы при местном повреждении привода; высокие требования к герметичности; необходимость в дополнительном источнике энергии; колебания давления жидкости и возможная при этом вибрация трубопроводов; невозможность длительного торможения, так как значительное давление жидкости (до 10...12 МПа) в течение длительного времени уменьшается из-за негерметичности уплотнений.

В гидроприводе некоторых автомобилей рабочие цилиндры имеют резиновые предпоршневые манжеты. В расторможенном состоянии системы должно поддерживаться небольшое избыточное давление для того, чтобы манжеты были прижаты к стенкам цилиндра и система оставалась герметичной – жидкость из нее не вытекала, а воздух в нее не попадал. В таких системах для этого в главном тормозном цилиндре обязательно устанавливают обратный клапан. Нагружающая пружина клапана рассчитана на поддержание заданного избыточного давления.

В тормозных системах, где применяются дисковые тормозные механизмы, недопустимо повышение давления в гидроприводе, когда система находится в расторможенном состоянии, так как это приведет

к постоянному соприкосновению колодок с тормозным диском. Обратный клапан в этих тормозных цилиндрах не устанавливают, и предпоршневые полости в расторможенном состоянии системы сообщены с питающей гидролинией через перепускной клапан, а герметизация рабочих цилиндров обеспечивается резиновыми уплотнительными кольцами. Связь с питающей гидролинией в расторможенном состоянии необходима, в частности, при тепловом расширении жидкости. При торможении, когда поршни перемещаются, перепускные клапаны закрываются, герметизируя предпоршневые полости. В данном тормозном приводе, как и в большинстве современных автомобилей, применяется регулятор тормозных сил, предотвращающий вероятность возникновения юза задних колес при торможении.

В некоторых тормозных системах с гидроприводом, где применяются тормозные механизмы – дисковые на передних колесах и барабанные на задних, в приводе к дисковым тормозным механизмам устанавливают «клапан задержки» для того, чтобы обеспечить одновременное начало торможения всех колес. Связано это с тем, что для прижатия колодок в барабанных тормозных механизмах необходимо вначале создать в приводе некоторое давление, чтобы преодолеть усилие стяжных пружин. В дисковых тормозных механизмах растормаживающие пружины отсутствуют.

На современных автомобилях обязателен *двухконтурный* тормозной привод; при выходе из строя одного контура обеспечивается возможность торможения неповрежденным контуром, хотя и с меньшей эффективностью.

Наиболее простая схема двухконтурного тормозного гидропривода показана на рис. 7, а. Здесь применен главный тормозной цилиндр типа «Тандем», в котором имеются две секции с автономным питанием тормозной жидкостью. Передняя секция связана трубопроводом с задним тормозным контуром, а задняя – с передним контуром.

Стремление обеспечить большую надежность тормозного привода привело к появлению более сложных схем гидравлического привода. Так, например, в двухконтурном приводе легкового автомобиля (рис. 7, б) один из контуров обеспечивает торможение всех колес при выходе из строя контура привода тормозных механизмов передних колес. Рабочие цилиндры контура привода передних колес имеют увеличенный диаметр.

Принципиально такая же схема применена на автомобиле ВАЗ-2121 (рис. 7, в). В дисковых тормозных механизмах передних колес ус-

тановлены в каждом по три рабочих тормозных цилиндра (плавающая скоба), причем передний контур воздействует на два цилиндра в каждом тормозном механизме, параллельно соединенных между собой.

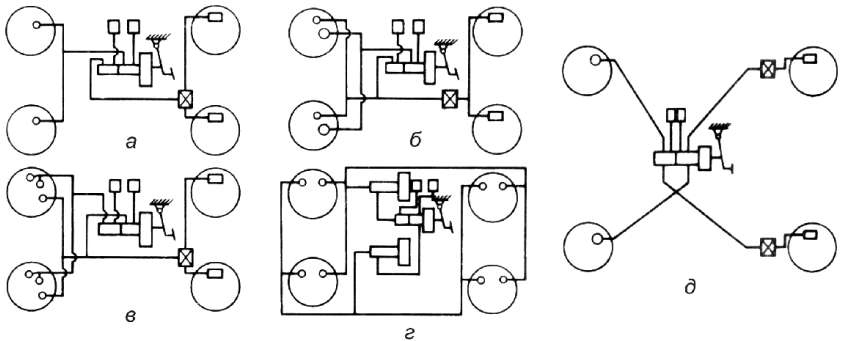


Рис. 7. Схемы двухконтурных тормозных гидроприводов

Еще более усложненная схема применяется на автомобилях высокого класса. На рис. 7, г приведена двухконтурная схема автомобиля высокого класса, где каждый контур, снабженный автономным вакуумным усилителем, обеспечивает торможение всех колес.

Получила распространение *диагональная* двухконтурная схема тормозного привода (рис. 7, д). По этой схеме один контур связывает тормозные механизмы левого переднего и правого заднего колес, а другой – правого переднего и левого заднего колес. При выходе из строя одного из контуров сохраняется 50 % тормозной эффективности (вместо 30 % по установленным нормам). Однако такая схема может применяться только при отрицательном плече обкатки управляемых колес, иначе автомобиль при торможении будет терять устойчивость в результате появления разворачивающего момента.

2. КОНСТРУКЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ТОРМОЗНЫХ ПРИВОДОВ

Главный тормозной цилиндр одноконтурного гидропривода автомобиля показан на рис. 8, а. Корпус 5 главного тормозного цилиндра имеет две полости, соединенные двумя отверстиями. Перепускное отверстие 2 значительно больше компенсационного отверстия 3. Верхняя полость 4, представляющая собой резервуар для жидкости, закрыта крышкой 8. В крышке выполнено отверстие, служащее для заполнения привода жидкостью. Отверстие закрыто резьбовой пробкой 6. Полость 4 сообщается с атмосферой через отверстия 7 пробки. В нижней части корпуса имеется цилиндр 13, в котором помещен поршень 17. В днище поршня упирается шаровая головка толкателя 7, связанного с тормозной педалью и закрытого чехлом 20. Направляющий фланец поршня имеет резиновое уплотнительное кольцо 18. Для удержания поршня в цилиндре служит упорная шайба 19. В головке поршня сделано шесть отверстий 16, перекрываемых кольцеобразным клапаном 15, к которому прижата резиновая манжета 14. На ее наружной поверхности, соприкасающейся с цилиндром, имеются продольные канавки. В торце цилиндра установлен резиновый обратный клапан 10, находящийся под воздействием возвратной пружины 12. Центральное отверстие клапана 10 перекрыто перепускным клапаном 9, прижимаемым к седлу пружиной 11.

При торможении толкатель перемещает поршень, сжимая пружину 12. В начальный момент движения поршня край его манжеты закрывает компенсационное отверстие, изолируя полость цилиндра от резервуара. Жидкость, преодолевая сопротивление пружины 11 перепускного клапана, вытесняется из цилиндра в трубопроводы и колесные цилиндры, приводя в действие тормозные механизмы.

При растормаживании жидкость из колесных цилиндров вытесняется в главный тормозной цилиндр через обратный клапан 10. Возвратная пружина закрывает клапан при остаточном давлении жидкости в рабочих цилиндрах и трубопроводах, равном примерно 0,1 МПа. Под действием этого давления манжеты поршней плотно прилегают к стенкам колесных цилиндров и воздух не попадает в привод.

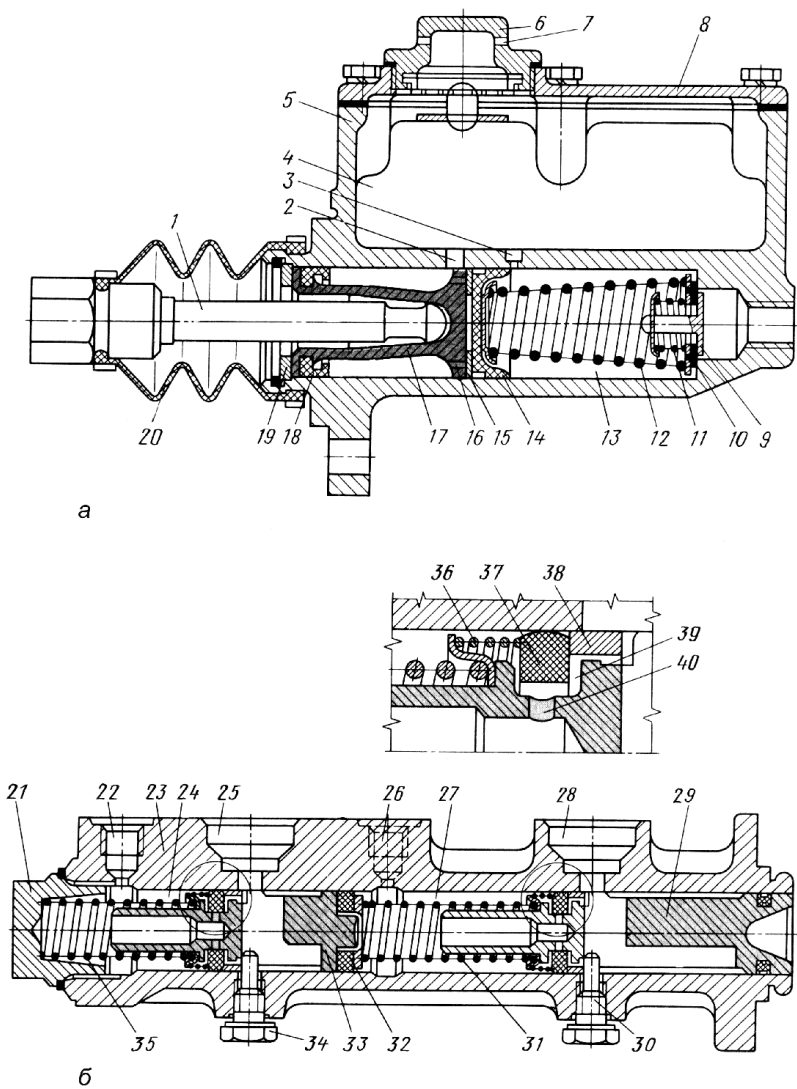


Рис. 8. Главный тормозной цилиндр:
а – одноконтурного привода; *б* – двухконтурного привода

При резком отпуске тормозной педали пружина 12 быстро возвращается в исходное положение поршень главного тормозного цилиндра. Так как трубопроводы и обратный клапан оказывают сопротивление движущейся жидкости, она не успевает заполнить цилиндр в соответствии с перемещением поршня. В цилиндре возникает разрежение, под действием которого жидкость из резервуара перетекает через перепускное отверстие 2 в пространство за головкой поршня, откуда через отверстия 16, отжимая края манжеты, поступает в цилиндр. Этим предотвращается попадание воздуха в цилиндр. Поступающая затем из трубопроводов и колесных цилиндров жидкость вытесняет избыточную жидкость из цилиндра в резервуар через компенсационное отверстие.

Поступление жидкости в цилиндр через перепускное отверстие при резком отпуске педали позволяет несколькими быстрыми нажатиями на педаль вытеснить в колесные цилиндры больше жидкости, чем это возможно за одно перемещение поршня. Такая необходимость возникает при попадании в привод воздуха или при большом увеличении зазоров в тормозных механизмах.

Для того чтобы система полностью растормаживалась, манжета поршня должна открыть компенсационное отверстие. Для этого в исходном положении поршня между его днищем и толкателем должен быть зазор, периодически регулируемый.

Перепускной и обратный клапаны главного тормозного цилиндра поддерживают постоянный объем жидкости в трубопроводах и колесных цилиндрах независимо от температуры. При тепловом расширении избыточное количество жидкости перетекает через обратный клапан и компенсационное отверстие в резервуар. При уменьшении объема жидкости вследствие охлаждения или утечки недостающее количество жидкости компенсируется поступлением ее через перепускной клапан.

Главный тормозной цилиндр двухконтурного tandemного типа имеет чугунный корпус 23 (рис. 8, б), в котором помещены два поршня. Поршень 33, приводящий в действие контур задних колес, по устройству незначительно отличается от привода контура передних тормозов. В поршень 29 упирается шток тормозной педали. Поршни образуют в цилиндре две камеры 24 и 27, которые через отверстия 22 и 26 соединены трубопроводами с задними и передними колесными цилиндрами. Над двумя другими отверстиями 25 и 28 камер расположено по одному резервуару с тормозной жидкостью.

Когда педаль тормоза отпущена, пружина 35 перемещает поршень 13 в крайнее правое (исходное) положение. При этом поршень 33 упирается в ограничитель 34, а поршень 29 под действием пружины 31 – в ограничитель 30. Камеры отделяются одна от другой манжетой 32, надетой на поршень 33.

В кольцевые канавки каждого поршня вставлены резиновое уплотнительное кольцо 37 и упорная втулка 38. В исходном положении пружина 36 прижимает уплотнительное кольцо к упорной втулке, вследствие чего образуются щели 39. Через них и отверстия 40 камеры сообщаются с бачками, и в обоих контурах жидкость не испытывает избыточного давления.

При нажатии на педаль тормоза поршень 29 перемещается, кольцевая щель 39 устраняется, и буртик поршня прижимается к уплотнительному кольцу 37. После этого наступает рабочий ход: жидкость вытесняется в колесные цилиндры, и в контуре передних тормозов создается необходимое для торможения давление жидкости. Практически одновременно с поршнем 29 перемещается поршень 33, увеличивая давление жидкости в контуре привода задних колес. Давление жидкости, возникающее в камере 27, передается через поршень 33 жидкости, находящейся в камере 24. Поэтому при исправном состоянии обоих контуров давление жидкости в них одинаково.

Если в результате повреждения привода произойдет утечка жидкости из контура передних тормозов, то при нажатии на тормозную педаль поршень 29 упрется в поршень 33. В камере 24 будет создано давление жидкости, которое приведет в действие тормоза задних колес. В случае утечки жидкости из контура задних тормозов при нажатии на тормозную педаль поршень 33 упирается в пробку 21, в результате чего можно будет создать избыточное давление жидкости в камере 27 и соответственно в контуре передних тормозов.

В заливной горловине бачка для тормозной жидкости может быть установлено сигнальное устройство – поплавок, который замыкает контакты цепи сигнальной лампы при уровне жидкости в бачке ниже допустимого.

Колесные тормозные цилиндры гидропривода устанавливаются на каждое колесо автомобиля. Колесный тормозной цилиндр гидропривода тормозных механизмов автомобиля служит для преобразования давления тормозной жидкости в силу, прижимающую колодки к тормозному барабану.

Двухпоршневой колесный цилиндр укреплен на опорном диске тормозного механизма. В его корпусе 5 (рис. 9, а) установлены два поршня 6, действующие через запрессованные стальные толкатели 3 на колодки тормоза. Толкатели 3, имеют прорези, в которые входят торцы тормозных колодок. Поршни уплотнены манжетами 7 круглого сечения, между которыми установлена пружина 8. В корпусе выполнены отверстия; в нижнее отверстие ввернут штуцер трубопровода, в верхнее отверстие – перепускной клапан 1 с винтом 2, предназначенный для удаления воздуха из привода при его заполнении жидкостью. Для предотвращения попадания пыли цилиндр закрыт резиновыми чехлами 4. Каждый поршень имеет осевое перемещение относительно кольца в пределах зазора, ограниченного буртиком на внутреннем конце поршня.

При торможении давление жидкости перемещает каждый поршень вместе с кольцом. При растормаживании стяжные пружины тормоза не могут передвинуть кольца в обратном направлении, преодолев их натяг в цилиндре. Поэтому между колодками и барабаном автоматически устанавливается зазор, соответствующий зазору между кольцом и буртом поршня.

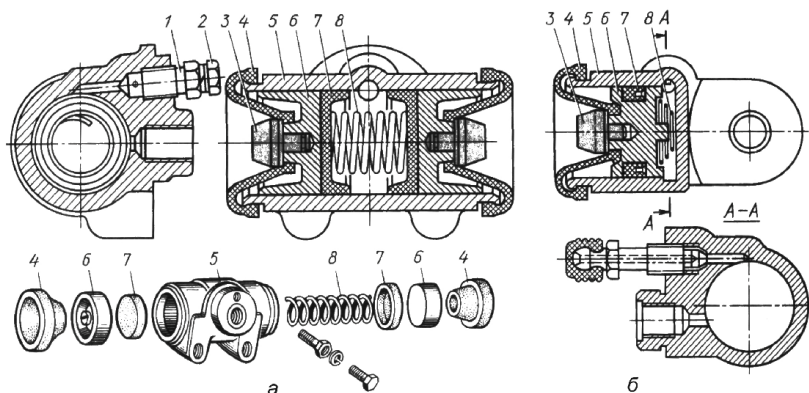


Рис. 9. Колесные тормозные цилиндры гидропривода тормозных механизмов:
а – двухпоршневой; б – однопоршневой

Гидровакуумный усилитель гидропривода автомобиля, конструктивно выполненный отдельно от главного тормозного цилиндра, состоит из вакуумной камеры, гидроцилиндра и мембранного следящего механизма прямого действия.

В корпусе вакуумной камеры 7 (рис. 10) имеется мембрана 2, на тарель 3 которой опирается возвратная коническая пружина 5. В центральное отверстие тарели вставлен конец толкателя 4 поршня. Полость *A* вакуумной камеры шлангом соединена с полостью *Г* корпуса следящего механизма. Полость *B* вакуумной камеры через обратный клапан соединена с впускным трубопроводом двигателя.

В цилиндре 19 (рис. 10) гидровакуумного усилителя помещен уплотнительный корпус 20, выполняющий также роль направляющей толкателя 4 поршня. Между уплотнительным корпусом и торцом цилиндра установлена упорная шайба 18, ограничивающая перемещение толкателя 17 и поршня 16 под действием возвратной пружины 5. Толкатель 4 поршня соединен с поршнем 16 штифтом 22. В поршне смонтирован шариковый клапан 15. В цилиндре поршень уплотнен манжетой 14. В поршне выполнен паз, в который помещен толкатель 17 клапана, представляющий собой плоскую скобу с шипом, которая может перемещаться в пазу поршня. В цилиндр ввернуты два перепускных клапана 13, предназначенных для выпуска воздуха при заполнении цилиндра и привода жидкостью.

Между фланцем цилиндра 19 и корпусом 10 следящего механизма зажаты наружные края резиновой мембраны 12. В центральное отверстие ее вставлено седло вакуумного клапана. Это седло выполнено как одно целое с плунжером 23, фланец которого соприкасается с мембраной. Пружина 11 отжимает мембрану и плунжер в нижнее положение. Плунжер вставлен в отверстие цилиндра 19 усилителя. Плоские резиновые клапаны – вакуумный 6 и атмосферный 8 – соединены стержнем и отжимаются вниз пружиной 7. Когда атмосферный клапан прижат к своему седлу, то он разобщает полости *Г* и *Д* следящего механизма. Полость *Д* через воздушный фильтр соединена с атмосферой.

При отпущенной педали тормоза мембрана 2 вакуумной камеры, толкатель 4 поршня и поршень 16 под действием возвратной пружины 5 находятся в крайнем левом (исходном) положении. Толкатель 17 клапана упирается в шайбу 18, и его шип держит шариковый клапан 15 открытым. При этом мембрана 12 следящего механизма и плунжер 23 пружиной 11 отжаты вниз, вакуумный клапан 6 открыт, атмосферный клапан 8 закрыт. В полостях *B* и *Г* следящего механизма создается

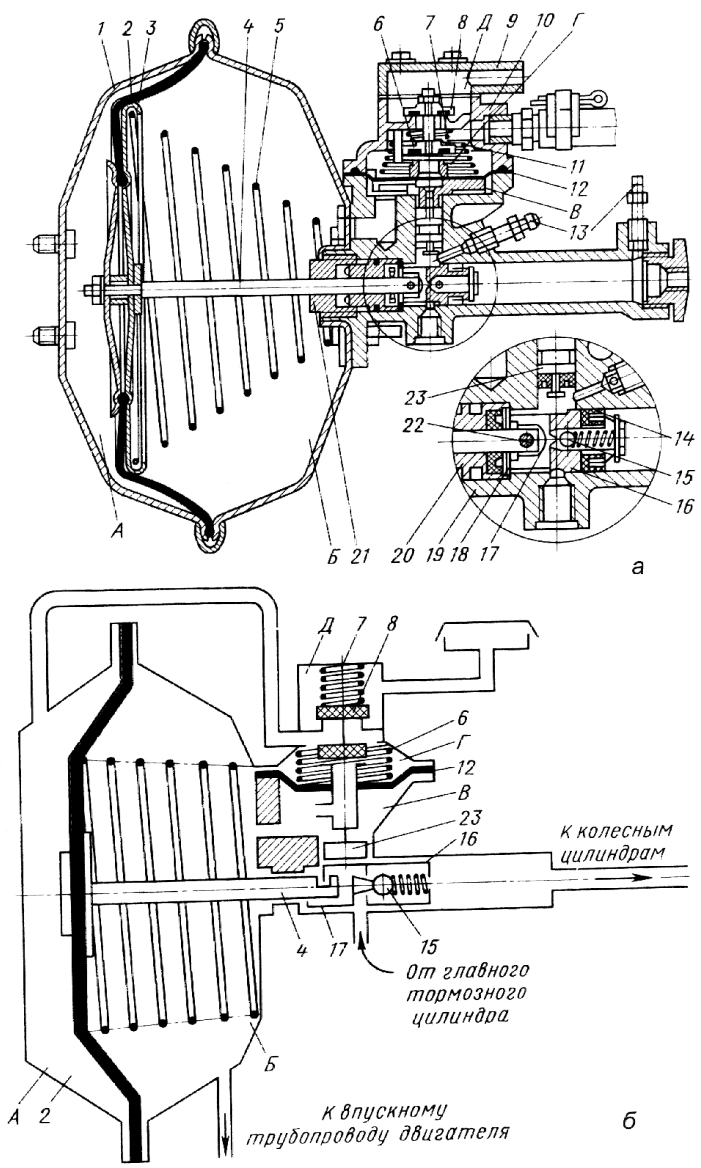


Рис. 10. Гидровакуумный усилитель автомобиля:
 а – продольный разрез; б – схема

одинаковое разрежение. Поэтому давление, воспринимаемое мембраной 2, с обеих сторон одинаково.

Когда педаль тормоза нажата, жидкость из главного тормозного цилиндра вытесняется в трубопроводы привода через открытый шариковый клапан гидровакуумного усилителя и попадает в колесные тормозные цилиндры, поршни которых перемещают колодки и прижимают их к тормозным барабанам. Увеличение усилия приложенного к педали тормоза вызывает повышение давления жидкости, под действием которого плунжер 23 и мембрана следящего механизма перемещаются вверх. При этом вакуумный клапан закрывается и полости *B* и *Г* разобщаются. Дальнейшее перемещение плунжера и мембраны вызывает открытие атмосферного клапана и поступление воздуха в полость *Г* и полость *A* вакуумной камеры. Давление в полости *A* начинает возрастать.

Под действием перепада давлений в полостях *A* и *B* камеры перемещаются толкатель поршня и сам поршень. При этом толкатель 17 шарикового клапана под действием пружины не перемещается и шариковый клапан закрывается. После закрытия шарикового клапана поршнем 16 на жидкость будет оказываться дополнительное давление, воспринимаемое поршнями колесных цилиндров.

По мере увеличения давления воздуха в полости *Г* следящего механизма его мембрана перемещается вниз до тех пор, пока атмосферный клапан не сядет на свое седло. В этот момент силы, действующие на мембрану следящего механизма сверху и снизу, уравниваются. Снизу на мембрану действует усилие от плунжера, зависящее от усилия на педали тормоза. Сверху мембраной воспринимается возросшее давление воздуха в полости *Г* следящего механизма, равное давлению в полости *A* вакуумной камеры. Следовательно, рассматриваемое равновесие сил отражает связь между усилием, приложенным к педали тормоза и дополнительным давлением, оказываемым гидровакуумным усилителем на жидкость в тормозном приводе. Следящее действие обеспечивает пропорциональность между усилием, прикладываемым к педали тормоза, и дополнительным усилием, развиваемым гидровакуумным усилителем. Таким образом, определенной силе, приложенной к педали тормоза соответствует определенное давление жидкости в колесных цилиндрах, создаваемое как силой водителя, так и силой, передаваемой от вакуумной камеры усилителя.

При растормаживании давление жидкости, воспринимаемое плунжером, падает и равновесие сил, действующих на мембрану следящего

механизма, нарушается. Мембрана прогибается вниз, открывая вакуумный клапан. Давление воздуха в полостях Γ и A уменьшается, и разрежение с обеих сторон мембраны 2 камеры становится одинаковым. Мембрана вакуумной камеры, толкатель поршня и поршень под действием возвратной пружины перемещаются в исходное положение. Толкатель клапана упирается в шайбу 18 и открывает шариковый клапан. Жидкость из колесных цилиндров под действием возвратных пружин колодок тормозных механизмов вытесняется обратно в главный тормозной цилиндр.

Обратный клапан разъединяет гидровакуумный усилитель и впускной трубопровод при остановке двигателя. Вследствие этого в камере усилителя может поддерживаться разрежение, которое позволяет произвести одно-два эффективных торможения при неработающем двигателе.

Вакуумный усилитель конструктивно совмещенный с главным тормозным цилиндром (рис. 11), состоит из корпуса 7, крышки 8 и корпуса 5 клапана с диафрагмой 6. Корпус 5 и диафрагма 6 разделяют усилитель на две полости: вакуумную A и атмосферную Γ . Корпус 5 выполняет роль поршня, перемещающегося в корпусе 7. Он изготовлен из пластмассы и имеет два канала: B и B . Канал B соединяет центральное отверстие с вакуумной, а канал B – с атмосферной полостями.

В корпус 5 клапана входит толкатель 16, соединенный с педалью тормоза 18. Передний конец толкателя закреплен в поршне 11. Перемещение поршня в корпусе 5 ограничивается упорной пластиной 10, закрепленной в корпусе клапана неподвижно и входящей в кольцевой паз поршня, ширина которого больше толщины пластины.

Корпус 5 уплотнен манжетой 20, а шток 2 – манжетой 21. От загрязнения поршень защищен гофрированным резиновым чехлом 19. В корпусе установлены воздушный фильтр 15, предназначенный для очистки воздуха, поступающего в усилитель, опорные чашки пружин, пружины 13, 14 и резиновый клапан 12.

На конце штока 2 имеется регулировочный болт 22, упирающийся при торможении в гнездо поршня главного тормозного цилиндра 1. Задняя головка штока 2 опирается на резиновый буфер 9, установленный между штоком и поршнем 11. Возвратная пружина 4 перемещает корпус 5 клапана в исходное положение при отсутствии воздействия на тормозную педаль. Вакуумная полость A соединена с впускным трубопроводом двигателя автомобиля с помощью резинового шланга через штуцер, в котором расположен обратный клапан 3, открываю-

щийся при перепаде давлений в полости *A* и впускном трубопроводе двигателя.

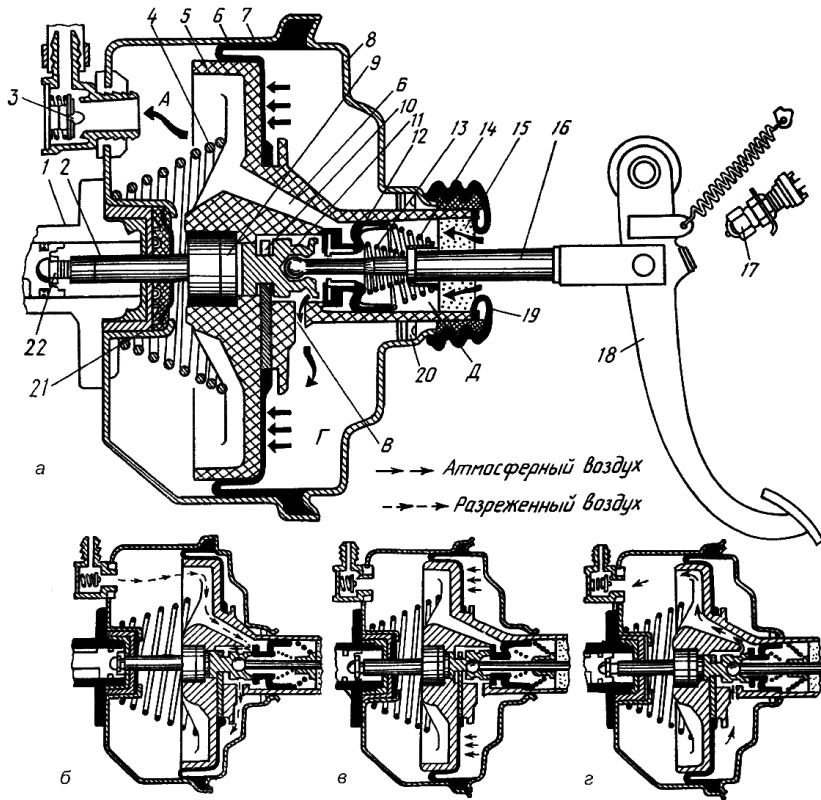


Рис. 11. Гидروвакуумный усилитель автомобиля, конструктивно совмещенный с главным тормозным цилиндром:
a – в начале торможения; *б* – исходное положение; *в* – при торможении с постоянной интенсивностью; *г* – при растормаживании автомобиля

При отпущенной тормозной педали (рис. 11, *б*) вакуумная полость *A* каналами *B* и *B* сообщается с атмосферной полостью *Г* благодаря наличию кольцевой щели между торцом клапана *12* и кольцевым выступом корпуса *5*. Полость *Г* при этом отделена от атмосферы торцом

клапана 12, прижатого пружиной 13 к торцу поршня 11. Так как по обе стороны от диафрагмы создается разрежение, диафрагма и корпус клапана под действием пружины 4 будут прижаты к крышке 8 корпуса.

В случае торможения автомобиля толкатель 16 вместе с поршнем 11 и прижатой к нему подвижной частью клапана 12 перемещаются до тех пор, пока торец клапана 12 не упрется в кольцевой выступ корпуса клапана. При этом полости *A* и *Г* разобщаются. Дальнейшее перемещение педали 18 и толкателя 16 приводит к появлению щели между поршнем 11 и клапаном 12, и в полость *Г* будет поступать воздух из полости *Д*, сообщающейся с атмосферой через фильтр 15. Поскольку давления воздуха в полостях *A* и *Г* различны, корпус клапана и диафрагма перемещаются, а головка регулировочного болта 21 штока упирается в поршень главного тормозного цилиндра. Так создается избыточное давление в системе гидропривода тормозов.

После нажатия на тормозную педаль 18 срабатывает выключатель 17 сигнала торможения.

В случае прекращения перемещения тормозной педали (рис. 11, *в*) в силу разрежения в полости *A* корпус 5 клапана вместе с прижатым к нему клапаном 12 перемещаются до упора клапана 12 в задний торец поршня 11. Полости *Д* и *Г* разобщаются, и перемещение корпуса 5 прекращается.

В случае экстренного торможения поршень 11 упирается в буфер 9, воздействуя через шток 2 на поршень главного тормозного цилиндра, а клапан 12 – в кольцевой выступ корпуса 5. Это приводит к разобщению полостей *A* и *Г*, полость *Г* сообщается с атмосферой, давление в гидроприводе тормозов повышается.

При полном отпуске тормозной педали подвижные детали привода возвращаются в исходное положение (рис. 11, *з*) оттяжной пружиной педали и стяжными пружинами тормозных колодок. Поршень 11 отжимает клапан 12 от выступа корпуса 5, и через образовавшуюся щель воздух по каналам *B* и *Б* переходит из полости *Г* в полость *A*, а затем во впускной коллектор двигателя. Полости *Г* и *Д* разобщаются, так как торец клапана 12 пружиной 13 прижат к поршню 11.

При неработающем двигателе и отсутствии разрежения в полости *A* привод поршня главного тормозного цилиндра осуществляется только механически: от педали через толкатель 16, поршень 11, буфер 9 и шток 2. Необходимая сила нажатия на тормозную педаль возрастает, ход педали увеличивается, а эффективность торможения автомобиля снижается.

Регулятор тормозных сил автомобиля служит для автоматического изменения давления жидкости в контуре задних тормозов в зависимости от прогиба рессор, чем ограничивается возрастание тормозных сил на задние колеса с целью предотвращения их юза.

Корпус *11* (рис. *12*) регулятора жестко закреплен на кузове автомобиля. В корпусе находится поршень *3*. Шток поршня опирается на торсион *1* привода, соединенный с задним мостом автомобиля. В корпусе имеется втулка *5*, между ней и цилиндрической головкой поршня образуется кольцеобразный зазор. К втулке прижат резиновый уплотнитель *7* головки поршня. Пружина *9*, надетая на шток поршня, одним концом упирается в тарелку *8*, а другим – в уплотнительное резиновое кольцо *10*. В заплечике поршня имеются отверстия *a* для прохода жидкости. Корпус регулятора закрыт пробкой *4*.

К полости *A* корпуса регулятора тормозных сил подключен трубопровод *2* от главного тормозного цилиндра *14* гидравлического тормозного привода автомобиля. Полость *B* трубопроводом *6* сообщается с колесными цилиндрами, приводящими в работу тормозные механизмы задних колес.

При нажатии на педаль *13* жидкость из главного тормозного цилиндра поступает к колесным цилиндрам передних *15* и задних *12* тормозов автомобиля. В задние цилиндры она попадает через регулятор тормозных сил. В корпусе регулятора жидкость проходит через полость *A*, отверстия в заплечике штока и через зазор между втулкой *5* и головкой поршня поступает к тормозным цилиндрам задних колес.

В начале торможения, когда давление на жидкость небольшое, она беспрепятственно перетекает через регулятор, приводя в действие тормоза задних колес. Возрастающее давление жидкости действует на поршень регулятора с двух сторон головки неодинаково: сверху давление воспринимается всей головкой площадью $\pi D^2/4$, а снизу – площадью $(\pi/4) \cdot (D^2 - d^2)$. Под воздействием разности сил поршень стремится перемещаться вниз. Этому перемещению препятствует упругая сила торсиона *1*. По мере перемещения поршня зазор между головкой поршня и уплотнителем *7* уменьшается. Когда головка прижмется к уплотнителю, полости *A* и *B* регулятора будут разобщены одна от другой. Поэтому при дальнейшем возрастании давление в полости *A* вызовет меньшее возрастание давления в полости *B*. Соотношение давлений в полостях *A* и *B* будет зависеть от отношения активных площадей двух сторон головки поршня. Соответственно и давление в колесных

цилиндрах передних тормозов будет увеличиваться интенсивнее, чем в колесных цилиндрах задних тормозов.

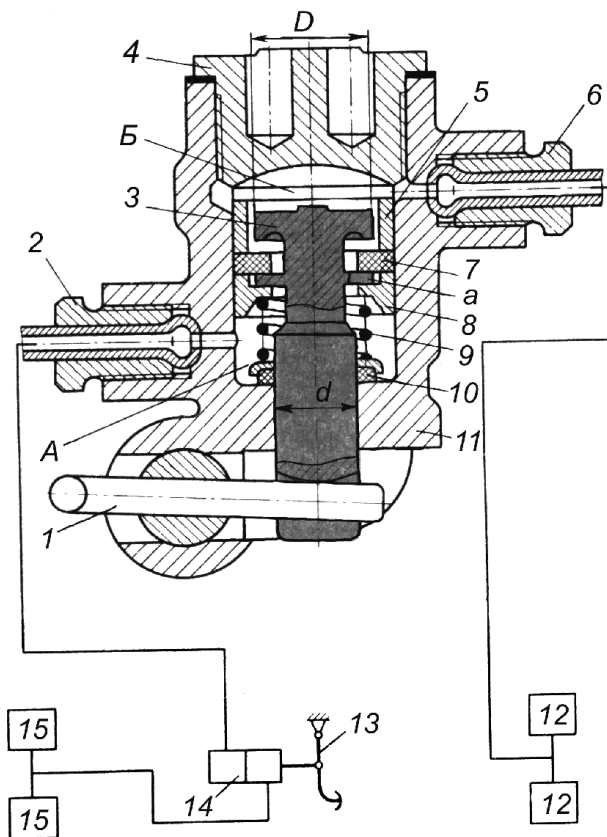


Рис. 12. Регулятор тормозных сил автомобиля

Чем меньше прогиб рессор, т. е. чем меньше вертикальные реакции на задних колесах, тем меньше сила, воспринимаемая штоком от торсиона, и тем меньше давление жидкости, при котором разобьются полости *A* и *B* регулятора тормозных сил. Вследствие этого изменяют-

ся тормозные силы на задних колесах в зависимости от их нагрузки и замедления автомобиля.

Уменьшение возможности блокировки задних колес предотвращает занос автомобиля и повышает безопасность движения.

Основные неисправности и техническое обслуживание гидравлического тормозного привода.

Надежность гидравлических тормозных приводов зависит прежде всего от качества тормозной жидкости, особенно от ее чистоты. Загрязнение тормозной жидкости нефтепродуктами вызывает набухание манжет и других резиновых деталей и, как следствие, зависание поршней главного и рабочих цилиндров, клапана управления, аварийного сигнализатора и др. Загрязнение механическими примесями приводит к ускоренному изнашиванию или заклиниванию подвижных деталей и утечке тормозной жидкости.

Обводнение тормозной жидкости, особенно гигроскопичной, резко снижает температуру ее кипения и эффективность тормозного привода, вызывает коррозию и заедание подвижных деталей. Смешивание тормозных жидкостей разных марок недопустимо, так как оно резко ускоряет набухание резиновых и коррозию металлических деталей, вызывает расслоение смеси.

Насыщение или разрыв потока воздухом резко увеличивает сжимаемость жидкости и снижает эффективность тормозного привода из-за увеличения хода и отдачи педали.

Следовательно, при техническом обслуживании автомобилей необходимо контролировать не только уровень тормозной жидкости в бачке, но и ее чистоту в приводе. Загрязненные тормозные жидкости сливают в специальную посуду и утилизируют. После слива загрязненной тормозной жидкости и ремонта гидроагрегатов тормозной привод промывают денатурированным спиртом, заливают и прокачивают чистой тормозной жидкостью только той марки, которая рекомендована заводом-изготовителем. Использование тормозной жидкости другой марки может вызвать быстрый отказ гидропривода.

Прокачка тормозного гидропривода необходима для удаления воздуха из всех его полостей прерывистыми потоками тормозной жидкости через перепускные клапаны гидровакуумного усилителя и всех рабочих цилиндров. Прокачку обычно выполняют вдвоем и начинают с гидроагрегата, расположенного выше или дальше от главного тормозного цилиндра. Заполнение гидропривода жидкостью или удаление из

него воздуха производят в следующем порядке. Резервуар главного тормозного цилиндра заполняют жидкостью до уровня на 10 мм ниже края горловины. На перепускной клапан колесного тормозного цилиндра надевают резиновый шланг длиной 350...400 мм, другой конец его погружают в стеклянный сосуд, в котором имеется 0,5 л тормозной жидкости. Отвинчивают перепускной клапан. Резко нажимают на педаль тормоза и плавно отпускают ее, при этом воздух из привода выходит в сосуд с жидкостью. Эту операцию повторяют до тех пор, пока из шланга не перестанут выделяться пузырьки воздуха. Затем в такой же последовательности удаляют воздух из других трубопроводов через перепускные клапаны колесных цилиндров, менее удаленных от главного тормозного цилиндра; периодически доливают жидкость в главный тормозной цилиндр. После удаления воздуха в главный тормозной цилиндр доливают жидкость до нормального уровня (на 15...20 мм ниже края заливного отверстия).

Свободный ход педали тормоза при отрегулированных тормозных механизмах должен составлять 8...14 мм. Ему соответствует зазор между толкателем и поршнем главного тормозного цилиндра, равный 1,5...2,5 мм. При правильной регулировке и прокачке полностью нажатая педаль не должна опускаться более чем на половину хода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автомобили: Конструкция, конструирование и расчет. Системы управления и ходовая часть / А. И. Гришкевич / [и др.]. – Минск: Вышэйш. шк., 1987. – 200 с.
2. Богатырев, А. В. / Тракторы и автомобили / А. В. Богатырев, В. Р. Лихтер. – М.: Колос, 2005. – 400 с.
3. Курганов, А. И. Основы расчета шасси тракторов и автомобилей / А. И. Курганов. – М.: Гос. изд-во с.-х. лит-ры, 1953. – 720 с.
4. Михайловский, Е. В. Устройство автомобиля / Е. В. Михайловский, К. Б. Себряков, Е. Я. Тур. – М.: Машиностроение, 1987. – 352 с.
5. Автомобильный справочник BOSCH / Пер. с англ. – 2-е рус. изд. – М.: Изд-во «За рулем», 2004. – 992 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Общие сведения о гидравлических тормозных приводах.....	3
2. Конструкции элементов гидравлических тормозных приводов.....	13
Литература.....	29

Учебное издание

Белоусов Владимир Анатольевич

**ТОРМОЗНЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЕЙ
ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ТОРМОЗНЫЕ ПРИВОДЫ**

Методические указания
для выполнения лабораторной работы
по дисциплине «Тракторы и автомобили»

Редактор
Технический редактор
Корректор

Подписано в печать 24. 03.2013. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 1,8. Уч.-изд. л. 1,11.
Тираж 100 экз. Заказ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
ЛИ № 02330/0548504 от 16.06.2009.
Ул. Мичурина, 13, 231407, г. Горки

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Ул. Мичурина, 5, 231407, г. Горки