

УДК 621.4 : 629.114.2

*Рекомендовано методической комиссией  
факультета механизации сельского хозяйства.  
Протокол № 7 от 28 апреля 2014 г.*

Автор:

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

Рецензент:

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

**Тормозные системы автомобилей. Пневматические тормозные приводы:** методические указания для выполнения лабораторной работы / В. А. Белоусов. – Горки: БГСХА, 2014. – 49 с.

Рассмотрены элементы конструкций и принципы работы пневматических 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», 2014

## **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 полностью использовать потенциал современной машины, но и поддерживать её в постоянном исправном техническом состоянии.

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

### **1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПНЕВМАТИЧЕСКИХ 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.).

Пневматический привод, в котором усилие передается сжатым воздухом, позволяет развивать большие тормозные силы при небольшом усилии водителя, необходимом лишь для открытия устройства, впускающего в систему сжатый воздух. Такой привод применен на грузовых автомобилях большой грузоподъемности, на автобусах, а также для одновременного торможения тягачей и прицепов или полуприцепов.

Пневматический тормозной привод обладает следующими преимуществами: небольшой работой, затрачиваемой водителем при торможении; высокой точностью слежения, обеспечивающей пропорциональность тормозных сил на колесах усилию, приложенному к тормозной педали; простотой разводки магистралей к прицепным звеньям; более высокой, чем у гидропривода, надежностью работы. Однако по сравнению с гидравлическим пневматический привод конструктивно сложнее и дороже, имеет большие время срабатывания, массу и габариты.

Принцип действия пневматического привода. Простейший пневматический тормозной привод автомобиля (рис. 1, *а*) состоит из ресивера, в который подается сжатый воздух из компрессора, крана 3, приводимого в действие от педали 2, и тормозного цилиндра 4, шток 6 которого связан с разжимным кулаком тормоза 7. При торможении пробка крана соединяет внутреннюю полость тормозного цилиндра с ресивером, и сжатый воздух, воздействующий на поршень 5, приводит в работу тормозной механизм (рис. 1, *б*). Давление воздуха в тормозном цилиндре устанавливается такое же, как в ресивере, предопределяя постоянную интенсивность торможения.

Для того чтобы давление воздуха в цилиндре 4 зависело от усилия на педали 2, в тормозном приводе вместо крана 3 устанавливают автоматически действующий следящий механизм. Следящие механизмы, управляющие работой тормозов, бывают прямого и обратного действия. Следящие механизмы прямого действия изменяют давление воздуха прямо пропорционально силе на педали.

*Следящий механизм прямого действия* состоит из мембраны 2 (рис. 2, *а*), выпускного 8 и впускного 5 клапанов, соединенных стержнем 7, и корпуса 1, разделенного мембраной 2 и перегородкой 3 на три полости *А*, *Б*, *В*. В центральной части мембраны помещено седло 10 вы-

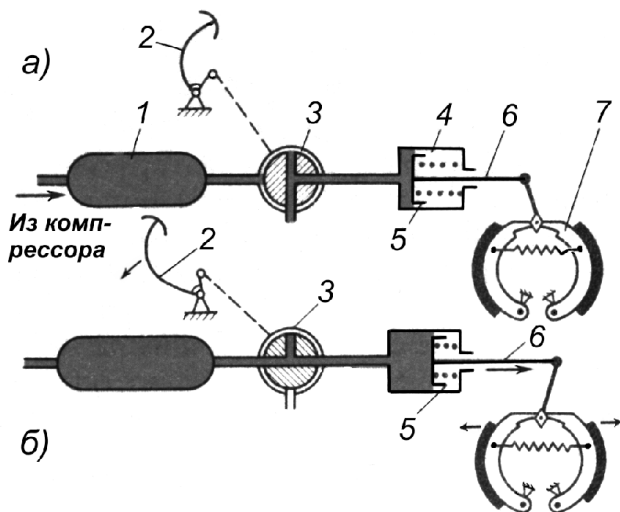


Рис. 1. Схема простейшего пневматического тормозного привода

пускного клапана, выполненное в виде трубки. Внутренняя часть трубки сообщается через полость *A* корпуса с атмосферой. Полость *B* трубопроводом соединена с тормозным цилиндром, приводящим в работу тормозной механизм. Впускной клапан 5 под действием пружины 4 и дарения воздуха в полости *B* прижимается к седлу 6. Возвратная пружина 9, действующая на мембрану, прижимает седло 10 выпускного клапана к стакану пружины 11.

Когда педаль 13 тормоза отпущена, между седлом 10 и выпускным клапаном 8 имеется зазор. Впускной клапан 5 плотно прижат к своему седлу 6. Тормозной цилиндр через открытый выпускной клапан 8 сообщается с атмосферой, вследствие чего тормозной механизм находится в отторможенном положении.

При нажатии на педаль тормоза усилие от нее передается через рычаг 12 и пружину 11 на седло 10, которое вместе с мембраной 2 перемещается вправо. В начальный период движения устраняется зазор между седлом 10 и выпускным клапаном 8, и седло плотно прижимается к нему. После этого открывается впускной клапан 5, сжатый воздух из ресивера поступает в полость *B* механизма и, воздействуя на поршень тормозного цилиндра, перемещает шток, прижимая тормозные колодки к барабану. Давление воздуха в полости *B* следящего механизма возрастает, вследствие чего увеличивается его воздействие на

мембрану, которая вместе с клапанами и седлом *10* перемещается влево. При этом давление воздуха на мембрану передается через привод и от педали воспринимается ногой водителя. При перемещении мембраны зазор между впускным клапаном *5* и его седлом *6* уменьшается до тех пор, пока клапан плотно не сядет на свое седло. Тогда давление в полости больше не повышается и силы, действующие на мембрану слева и справа, уравниваются, а движение мембраны приостанавливается.

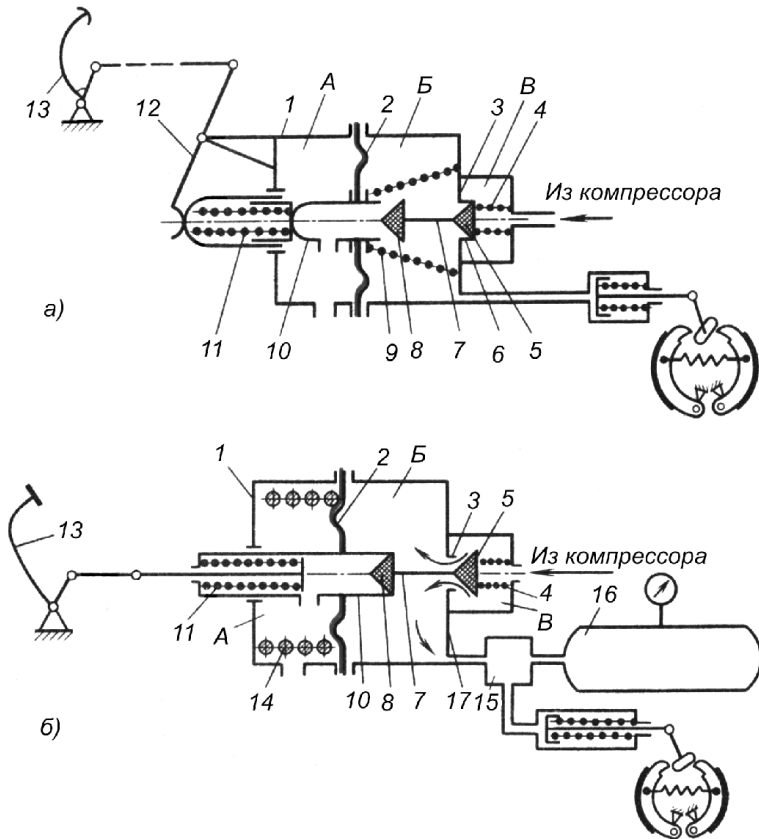


Рис. 2. Схемы следящих механизмов: *а* – прямого действия; *б* – обратного действия

Слева на мембрану действует приводная сила, зависящая от усилия на педали тормоза, а справа – давление воздуха, установившееся в полости *Б* механизма и тормозном цилиндре. Следовательно, следящий механизм устанавливает давление воздуха в тормозном цилиндре в зависимости от усилия на педали тормоза. Если увеличить силу на педали, то соответственно возрастает давление воздуха в полости *Б* механизма. При уменьшении силы на педали прямо пропорционально понизится давление воздуха в полости *Б* и тормозном цилиндре.

При прекращении воздействия на педаль (растормаживание) мембрана под давлением воздуха прогнется влево, выпускной клапан откроется, и воздух из тормозного цилиндра через полости *А* следящего механизма выйдет в атмосферу. Поршень и шток тормозного цилиндра возвратятся в исходное положение, и между колодками и барабаном тормозного механизма установится зазор.

Равновесие сил, действующих на мембрану следящего механизма, достигается всегда в определенном положении, соответствующем закрытому состоянию обоих клапанов. Ход педали, возрастающий по мере увеличения прикладываемой к ней силы, обеспечивается пружиной *11*. Характеристику пружины *11* выбирают в зависимости от желаемого хода педали тормоза.

*Следящий механизм обратного действия* изменяет давление воздуха обратно пропорционально приводной силе. Он состоит из корпуса *1* (рис. 2, б), мембраны *2*, уравнивающей пружины *11*, впускного *5* и выпускного *8* клапанов, а также их седел. Мембрана *2* и перегородка *17* образуют в корпусе три полости *А*, *Б*, *В*. Полость *А* сообщается с атмосферой. Полость *Б* трубопроводом соединена с воздухораспределительным аппаратом *15* и воздушным ресивером *16*. К полости *В* сжатый воздух подводится от компрессора. Оба клапана с пружиной *4* установлены на одном стержне *7*. Седло выпускного клапана *8* закреплено в центральной части мембраны. Внутри седла установлена на тяге пружина *11* хода педали. Работой следящего механизма управляют при помощи педали *13*. Как видно, следящий механизм обратного действия отличается от следящего механизма прямого действия наличием предварительно сжатой уравнивающей пружины *14*.

При отпущенной педали сжатая уравнивающая пружина *14* прогибает мембрану вправо и седло плотно прижимается к выпускному клапану *8*. Закрытый выпускной клапан изолирует полость *Б* механизма и воздухораспределительный аппарат *9* от атмосферы. Впускной клапан *5* открыт, и через зазор между ним и седлом *3* сжатый воздух от

компрессора поступает в полость *B* и через аппарат *15* заряжает ресивер *16*. По мере увеличения давления воздуха в полости *B* мембрана прогибается влево, сжимая уравнивающую пружину. При этом зазор между впускным клапаном и его седлом уменьшается. Когда впускной клапан плотно прижимается к своему седлу и изолирует полость *B* от полости *B*, силы, действующие на мембрану с обеих сторон, станут равными и ее перемещение влево прекратится. Слева на мембрану действует сила сжатой уравнивающей пружины *14*, а справа – давление воздуха, установившееся в полости *B* механизма. Сила, с которой пружина воздействует на мембрану, зависит от предварительного сжатия уравнивающей пружины: чем больше предварительное сжатие, тем сильнее действие пружины на мембрану. Это означает, что, регулируя предварительное сжатие уравнивающей пружины, можно изменять максимальное давление воздуха в ресивере *16*.

При нажатии на педаль равновесное положение мембраны нарушается. Мембрана прогибается влево, уравнивающая пружина еще больше сжимается, выпускной клапан *8* открывается и давление воздуха в полости *B* уменьшается. Заряд сжатым воздухом прекращается. Вследствие понижения давления воздуха на мембрану пружина *14* разжимается и перемещает мембрану вправо. При этом зазор между выпускным клапаном и его седлом уменьшается. Когда вновь наступит равновесие сил, действующих на мембрану, клапан закроется. Слева на мембрану действует сила уравнивающей пружины. Эта сила при закрытом положении обоих клапанов всегда постоянна, так как положение мембраны не изменяется. Справа на мембрану действуют уменьшенное давление воздуха в полости *B* и сила, передаваемая от педали. Таким образом, следящий механизм обратного действия автоматически устанавливает зависимость между усилием на педали *13* и падением давления воздуха в полости *B*. Причем чем большая сила приложена к педали, тем меньше будет давление воздуха в полости *B*.

В следящих механизмах чувствительный элемент может выполняться в виде поршня. Клапаны часто делают плоскими. Один плоский клапан выполняет функции и впуска и выпуска воздуха совместно с впускным или выпускным седлами.

В исполнительных (рабочих) аппаратах пневматических тормозных приводов происходит преобразование давления сжатого воздуха в усилие на штоке, приводящее в действие тормозные механизмы. Рабочие аппараты выполняются в виде камер, в которых давление воздуха воспринимается гибкой мембраной.

Схема тормозной камеры показана на рис. 3, а. Воспринимаемое мембраной 1 давление воздуха передается частично на опорный диск 5, сжимая пружину 3, а частично на корпус 2. Сила, передаваемая на шток 4, тем больше, чем больше площадь диска 5. Однако увеличение площади диска 5 уменьшает ширину гибкого пояса мембраны и ход штока. Оптимальным считается  $d/D = 0,7 \dots 0,75$ .

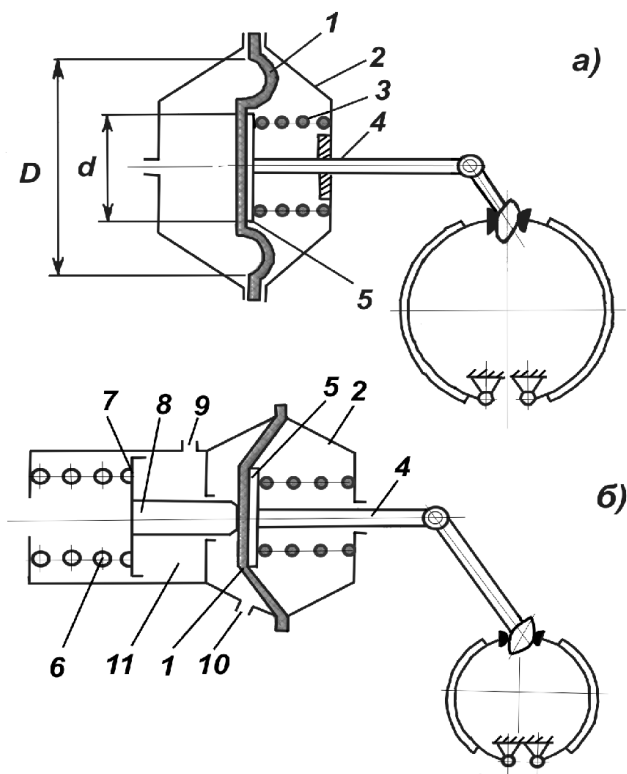


Рис. 3. Схемы тормозных камер: а – тормозная камера; б – тормозная камера с пружинным энергоаккумулятором

На рис. 3, б показана схема тормозной камеры, объединенной в блок с пружинным энергоаккумулятором. Пружинный энергоаккумулятор выполнен в виде цилиндра 11, внутри которого помещен пор-

шень 7 с толкателем 8. Толкатель опирается на мембрану 1 тормозной камеры. Слева на поршень действует предварительно сжатая пружина 6. Положение, показанное на рис. 3, б, соответствует такому этапу работы аппарата, когда пружина 6, действуя через штоки 8 и 4, прижимает колодки тормоза к барабану. Так заторможенный автомобиль фиксируется на стоянке. Для растормаживания в цилиндр 11 через отверстие 9 подается сжатый воздух, пружина 6 сжимается сильнее и шток 8 перестает воздействовать на шток 4 тормозной камеры. Автомобиль может двигаться. Если при движении в тормозную камеру подать через отверстие 10 сжатый воздух, то тормозной механизм снова будет приведен в действие. Так приводится в действие тормозной механизм рабочей тормозной системой.

Тормозная камера с пружинным энергоаккумулятором позволяет иметь на автомобиле рабочую, стояночную и запасную тормозные системы.

*Структурные схемы пневматических тормозных приводов.* Сжатие воздуха для пневматических тормозных приводов осуществляется компрессором 1 (рис. 4, а), приводимым в действие непосредственно от двигателя автомобиля. Максимальное избыточное давление воздуха 0,7 .. 0,75 МПа в ресиверах 7, 8, 9 автоматически ограничивается регулятором 3. По достижении этого верхнего предела давления подача сжатого воздуха в ресиверы прекращается и компрессор работает в режиме разгрузки, при котором воздух или перепускается из одного цилиндра компрессора в другой, или без значительного противодействия выпускается через регулятор давления в атмосферу. Работа компрессора в режиме разгрузки требует около 0,4 ... 0,6 кВт мощности, а при давлении воздуха, близком к максимальному, – около 1,5 ... 2,2 кВт. Разгрузка компрессора также существенно повышает его ресурс. В режиме разгрузки компрессор работает до тех пор, пока избыточное давление в ресиверах вследствие расхода воздуха из них не снизится до нижнего предела 0,62 ... 0,65 МПа. Тогда регулятор 3 автоматически включит компрессор на рабочий режим и обеспечит пополнение ресиверов сжатым воздухом до верхнего предела давления.

Сжимаемый компрессором воздух нагревается, а при движении по трубопроводам и через аппараты привода остывает. При этом из него выделяется влага. Для удаления влаги (очистка воздуха) в питающей части приводов устанавливают фильтры – влагоотделители 2. Очистка сжатого воздуха от влаги осуществляется термодинамическими или адсорбционным способом. При низких температурах атмосферы после

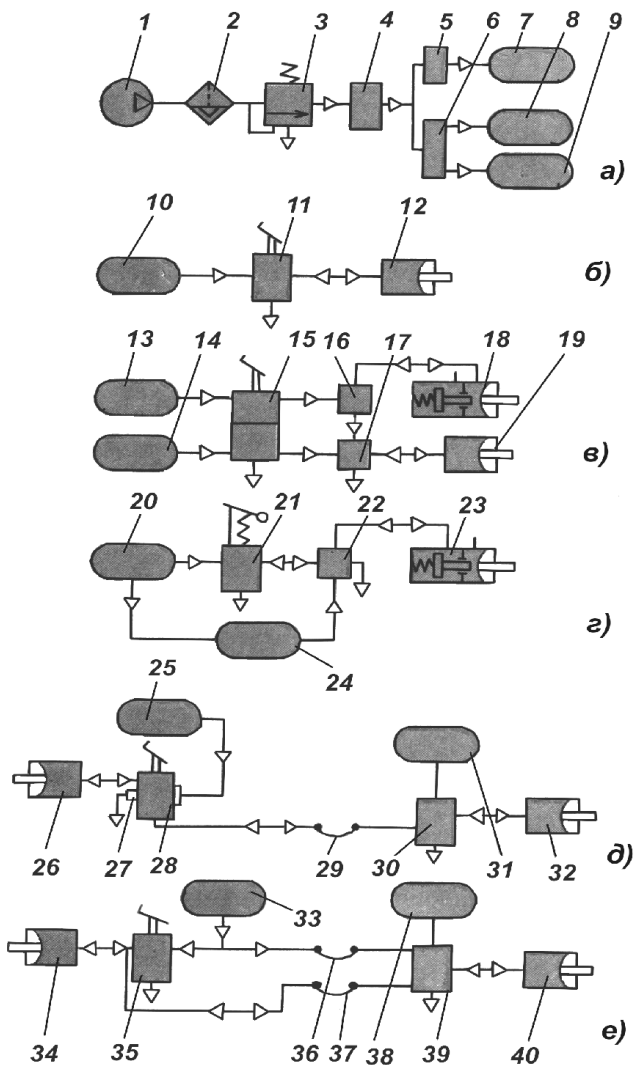


Рис. 4. Структурные схемы пневматических тормозных приводов: а – питающая часть привода; б – одноконтурный привод рабочей тормозной системы; в – двухконтурный привод рабочей тормозной системы; г – привод стояночной тормозной системы; д – однопроводный привод прицепа; е – двухпроводный привод прицепа

фильтра 2 в сжатый воздух вводят пары спирта, которые, смешиваясь с выделившейся влагой, образуют раствор (антифриз) с низкой температурой замерзания. Прибор 4, осуществляющий эту функцию, называют предохранителем от замерзания.

В питающую часть современных пневматических тормозных приводов включают защитные клапаны 5 и 6, разделяющие исполнительную часть привода на независимо действующие один от другого контуры. Защитные клапаны позволяют двигаться воздуху только в направлении к ресиверам. Двойной защитный клапан 6 при повреждении одного контура автоматически отключает его от исправного. Защитные клапаны выполняются также одинарными, тройными и четырехсторонними. Схемы питающей части других пневматических приводов могут отличаться от рассмотренной включением дополнительных приводов или, напротив, уменьшением их числа.

Работой одноконтурного пневматического тормозного привода управляют тормозным краном 11 (рис. 4, б) с помощью педали. Тормозной кран – следящий аппарат прямого действия, через который воздух при торможении поступает из ресивера 10 в рабочие аппараты 8 (здесь параллельно соединенные рабочие аппараты представлены как один аппарат). При растормаживании через тормозной кран воздух из рабочих аппаратов выпускается в атмосферу.

Особенность современных рабочих тормозных систем состоит в том, что их пневматические приводы выполняют двухконтурными. Контур передних тормозов включает ресивер 14 (рис. 4, в), одну секцию двухсекционного тормозного крана 15, клапан 17 ограничения давления и рабочие аппараты 19 тормозов передних колес. Контур задних тормозов состоит из ресивера 13, другой секции тормозного крана 15, регулятора 16 тормозных сил и тормозных камер 18 с пружинными энергоаккумуляторами. Обе секции тормозного крана являются следящими механизмами прямого действия. Аппараты 16 и 17 корректируют давление воздуха в контурах при торможении, а при уменьшении давления через них выпускается воздух в атмосферу, чем ускоряется растормаживание.

На рис. 4, г показана структурная схема стояночной тормозной системы, имеющей два ресивера 20 и 24. Последний располагают вблизи от цилиндров 23 тормозных камер с пружинными энергоаккумуляторами. Управляют работой системы краном 21 через рукоятку, представляющим собой следящий механизм обратного действия. Тормоз-

ной кран изменяет давление в полости управления ускорительного клапана 22, который соответственно командному сигналу либо подает из ресивера 24 воздух в цилиндр 23 тормозной камеры и этим повышает в нем давление, либо для снижения давления в цилиндре выпускает воздух из него в атмосферу. Два крайних положения рукоятки соответствуют или максимальному давлению воздуха в цилиндре 23 тормозной камеры, или снижению давления воздуха в нем до атмосферного. При промежуточных положениях рукоятки происходит плавное торможение.

На рис. 4, *д* и *е* показаны две структурные схемы пневматических тормозных приводов, применяемых для управления работой тормозов прицепа.

При однопроводном приводе прицепа на автомобиле установлены: ресивер 25 (рис. 4, *д*), комбинированный тормозной кран 27, 28 и рабочие аппараты 26. Пневматическое тормозное оборудование прицепа включает воздухораспределитель 30, ресивер 31 и рабочие аппараты 32. Соединение приводов автомобиля и прицепа осуществляется одним трубопроводом 29.

При отпущенной тормозной педали через секцию 28 тормозного крана (следящий механизм обратного действия) происходит наполнение сжатым воздухом ресиверов 31 прицепа. При этом сжатый воздух из ресивера 25 через секцию 28, трубопровод 29, воздухораспределитель 30 поступает в ресивер 31. Максимальное давление воздуха в ресивере 31 устанавливают 0,48 ... 0,53 МПа и регулируют натягом уравновешивающей пружины следящего механизма 28. Такое же давление воздуха устанавливается в трубопроводе 29.

При нажатии на педаль тормоза секция 27 тормозного крана – следящий механизм прямого действия – создает давление воздуха в рабочих аппаратах 26 прямо пропорционально силе на педали. Одновременно следящий механизм 28 уменьшает давление воздуха в трубопроводе 29, а воздухораспределитель 30 устанавливает давление воздуха в рабочих аппаратах 32 соответственно падению давления в трубопроводе 29. Следовательно, давление воздуха в рабочих аппаратах 32, так же как и в рабочих аппаратах 26, находится в прямой зависимости от силы на педали. Заряд сжатым воздухом ресиверов 31 и управление торможением прицепа осуществляется по одному трубопроводу. Поэтому при частых торможениях ресиверы прицепа не успевают заряжаться сжатым воздухом, запас которого истощается, и торможение прицепа становится невозможным.

При двухпроводном приводе прицепа (рис. 4, *е*) оборудование 33, 34 на автомобиле, 38, 39 и 40 на прицепе такое же, как при однопроводном приводе (соответственно 25, 26, 31, 30 и 32). Тормозным краном 35 – следящим механизмом прямого действия – управляют торможением автомобиля и прицепа. Наполнение сжатым воздухом ресиверов 38 прицепа осуществляется от ресивера 33, установленного на автомобиле, через отдельный трубопровод 36. Максимальное давление воздуха в ресивере 38 может быть равно максимальному давлению в ресивере 33 автомобиля. Для управления торможением прицепа воздухораспределитель 39 соединен другим трубопроводом 37 с выходной полостью тормозного крана 35. Прямо пропорционально изменению давления воздуха в трубопроводе 37 воздухораспределитель 39 изменяет давление воздуха в рабочих аппаратах прицепа. Итак, особенность двухпроводного привода по сравнению с однопроводным состоит в том, что наполнение ресиверов прицепа и управление торможением прицепа осуществляется по отдельным трубопроводам. Причем наполнение сжатым воздухом ресиверов 38 прицепа происходит как при отпущенной тормозной педали, так и при торможении.

## **2. КОНСТРУКЦИИ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ТОРМОЗНЫХ ПРИВОДОВ**

В систему пневматического тормозного привода автомобиля ЗиЛ-130 (рис. 5) входят компрессор 1, воздушные баллоны 6, манометр 5, тормозной кран 10, колесные тормозные камеры 12, педаль 9 тормоза, кран 11 для слива конденсата воды и масла и соединительная головка 13.

Компрессор обеспечивает систему сжатым воздухом. Воздух, поступающий через воздушный фильтр в компрессор 1, сжимается в нем, а затем поступает в баллоны 6. Выход воздуха из баллона невозможен благодаря наличию в компрессоре обратного клапана. Давление воздуха в системе пневматического тормозного привода проверяют по манометру 5. При нажатии на педаль 9 через тормозной кран 10 сжатый воздух поступает из баллонов 6 в тормозные камеры передних и задних колес, что приводит в действие механизмы, раздвигающие тормозные колодки. Растормаживание происходит в результате действия стяжных пружин колодок.

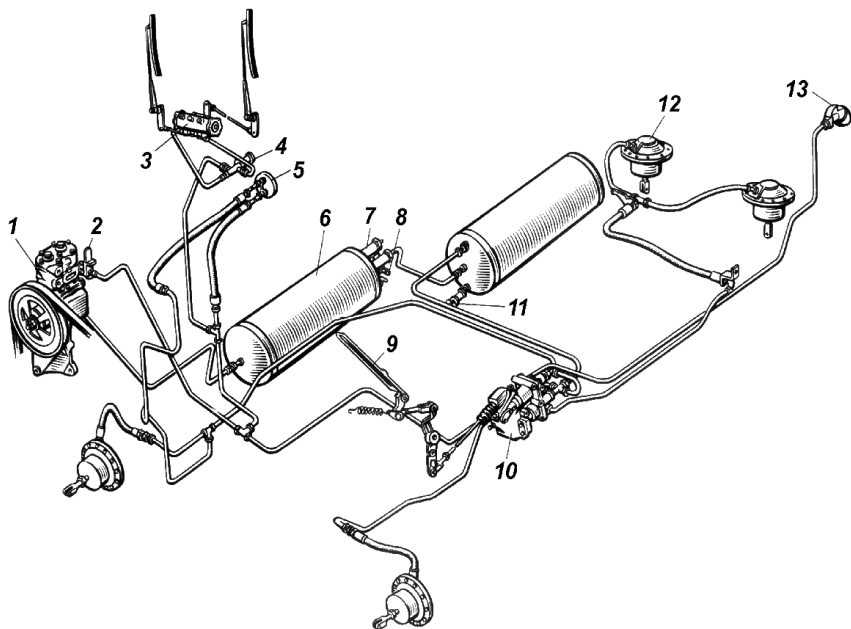


Рис. 5. Пневматический тормозной привод автомобиля ЗИЛ-130:

1 – компрессор; 2 – регулятор давления; 3 – стеклоочиститель; 4 – ручка управления стеклоочистителем; 5 – двухстрелочный манометр для контроля давления воздуха в тормозной системе; 6 – воздушный баллон; 7 – предохранительный клапан; 8 – кран отбора воздуха; 9 – педаль тормоза; 10 – комбинированный тормозной кран; 11 – сливной кран; 12 – тормозная камера; 13 – соединительная головка

От тормозной системы приводится в действие также механизм стеклоочистителя 3.

*Компрессор.* Двухцилиндровый компрессор автомобиля ЗиЛ-130 (рис. 6) устанавливают с правой стороны на головке блока двигателя. Основные детали компрессора следующие: блок 6 цилиндров, головка 10 блока, картер 1, передняя 2 и задняя 17 крышки. Коленчатый вал 19 компрессора, вращающийся в шарикоподшипниках 5 и 15, шатунами 7 и поршневыми пальцами 9 соединен с поршнями 8. На переднем конце коленчатого вала имеется сальник 4, а на шпонке установлен шкив 3, который закреплен гайкой. Шкив 3 компрессора приводится во вращение клиновидным ремнем от шкива, размещенного на валу вентилятора. На заднем конце коленчатого вала есть уплотнитель 18, закрытый

крышкой 17. В стенке блока цилиндров сделано отверстие для воздуха, поступающего внутрь цилиндров через впускные пластинчатые клапаны 23. В головку блока над каждым цилиндром ввернута пробка 11, в которую помещена пружина 12 нагнетательного клапана 13, установленного в седле 14. Нижние головки шатунов – разъемные и имеют регулировочные прокладки.

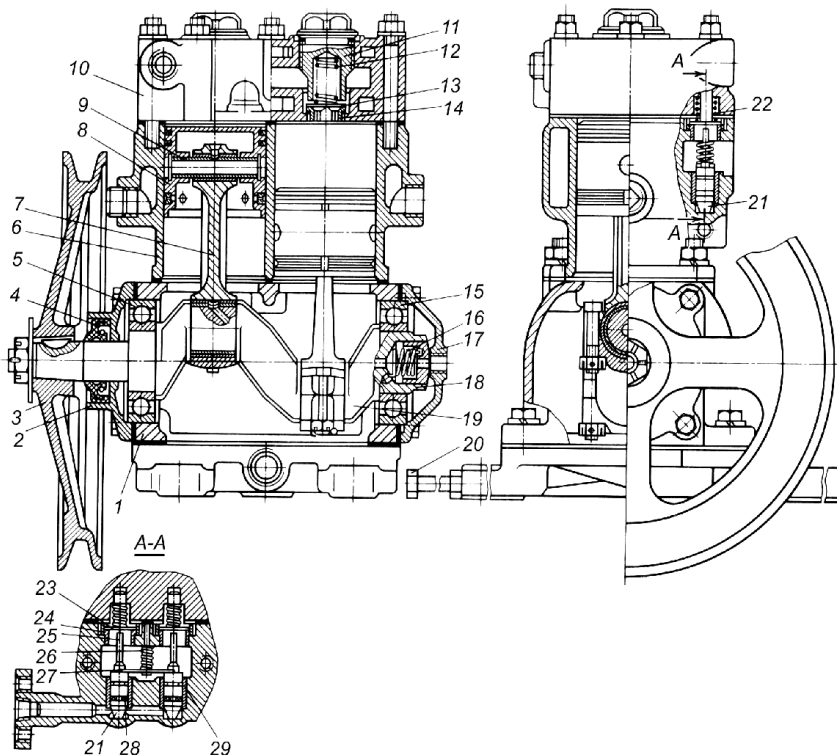


Рис. 6. Компрессор тормозной системы:

1 – картер; 2 – передняя крышка картера; 3 – шкив; 4 – сальник коленчатого вала; 5 – передний подшипник; 6 – блок цилиндров; 7 – шатун; 8 – поршень с кольцами; 9 – поршневой палец со стопорными кольцами; 10 – головка блока; 11 – пробка нагнетательного клапана; 12 – пружина нагнетательного клапана; 13 – нагнетательный клапан; 14 – седло нагнетательного клапана; 15 – задний подшипник; 16 – пружина уплотнителя; 17 – задняя крышка картера; 18 – уплотнитель; 19 – коленчатый вал; 20 – регулировочный болт; 21 – плунжер; 22 – пружина впускного клапана; 23 – впускной клапан; 24 – направляющая впускного клапана; 25 – шток впускного клапана; 26 – пружина коромысла; 27 – коромысло; 28 – уплотнительное кольцо; 29 – гнездо плунжера

Смазочная система компрессора комбинированная. Масло из смазочной системы двигателя (из главной магистрали) подводится по трубке внутрь коленчатого вала компрессора. Залитые антифрикционным сплавом шатунные подшипники смазываются принудительно, а остальные детали смазываются разбрызгиваемым маслом. Из картера компрессора масло по специальной трубке отводится в картер двигателя.

Компрессор имеет жидкостную систему охлаждения, связанную с системой охлаждения двигателя. При опускании одного из поршней  $\delta$  вниз в цилиндре компрессора создается разрежение, и воздух засасывается в него через воздушный фильтр двигателя и пластинчатый впускной клапан  $23$ . При подъеме поршня воздух сжимается и через клапан  $13$  поступает в трубопровод, ведущий к воздушным баллонам, и далее в пневматическую систему. Затем этот процесс повторяется.

Давление сжатого воздуха в баллонах ограничено специальным разгрузочным устройством, снижающим затраты мощности двигателя на привод компрессора и повышающим долговечность последнего. Это устройство, работающее вместе с регулятором давления, состоит из помещенных под клапанами  $23$  двух плунжеров  $21$  с уплотнителями и толкателями. Соединяющее плунжеры коромысло  $27$  нагружено пружиной  $26$ . Полость под впускными клапанами соединена трубопроводом с воздушным фильтром двигателя, а канал под плунжерами  $21$  – с регулятором давления.

Подача воздуха в баллоны автоматически прекращается, когда давление воздуха в пневматической системе достигнет  $700 - 740 \text{ кПа}$ , так как при этом регулятор давления подает сжатый воздух по каналу в блок цилиндров под плунжеры  $21$ . Поднимаясь, плунжеры открывают впускные клапаны  $23$  цилиндров, в результате чего прекращается подача воздуха в пневматическую систему, поскольку воздух может свободно переходить из цилиндра в цилиндр через полость под клапанами  $23$ . Таким образом, компрессор автоматически переводится в режим холостого хода. Работа компрессора на режиме холостого хода сопровождается некоторой непроизводительной затратой мощности двигателя.

*Воздушные баллоны.* Они служат для охлаждения и хранения запаса сжатого воздуха, поступающего из компрессора. В баллонах имеются краны для слива конденсата воды и масла и предохранительный клапан.

*Регулятор давления (разгрузочное устройство).* Он предназначен для автоматического поддержания необходимого давления сжатого воздуха в системе. В корпусе 10 (рис. 7) регулятора давления, закрытого кожухом 7, установлен штуцер 6, в котором помещен шток 5 клапанов. Сверху на шток 5 через шарик 3 давит пружина 2. На штуцер на-вернут колпак 4 пружины клапанов, закрепленный контргайкой 16. Этим колпаком регулируют натяжение пружины; при завинчивании колпака максимальное давление в тормозной системе повышается.

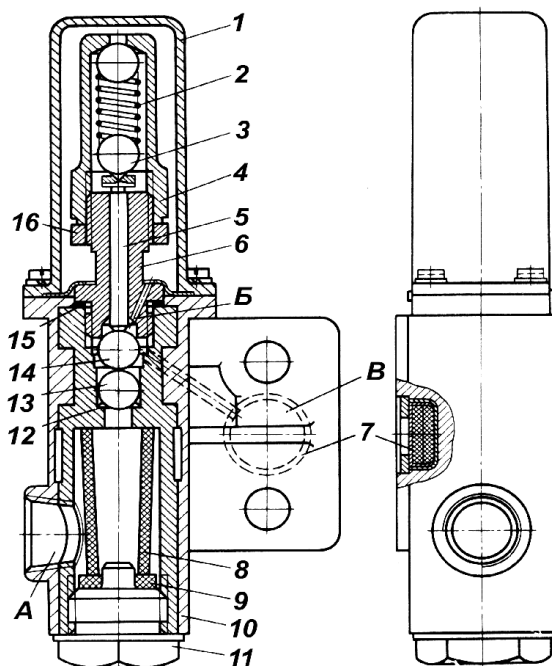


Рис. 7. Регулятор давления:

1 – кожух; 2 – пружина регулятора; 3 – упорный шарик; 4 – регулировочный колпак; 5 – шток клапанов; 6 – штуцер; 7 – сетчатый фильтр; 8 – фильтр; 9 – уплотнительное кольцо; 10 – корпус регулятора давления; 11 – пробка фильтра; 12 – пружина клапана; 13 – впускной клапан; 14 – выпускной клапан; 15 – регулировочные прокладки; 16 – контргайка регулировочного колпака; А – впускное отверстие; В – отверстие, соединяющее внутреннюю полость регулятора с атмосферой; В – отверстие, ведущее к фильтру

В центральном канале корпуса 10 помещены два шариковых клапана – впускной 13 и выпускной 14. На клапаны сверху оказывает давление шток 5. Центральный канал через фильтр 8 и впускное отверстие А соединен с баллонами, а через отверстие В и фильтр 7 – с разгрузочным устройством компрессора. Кожух 1 закрывает механизм регулятора сверху. Снизу в корпус ввернута пробка 11.

При давлении в тормозной системе ниже 560 – 600 кПа воздух изпод плунжеров 21 (см. рис. 6) выходит в атмосферу. Плунжеры опускаются, освобождая впускные клапаны 23 (разгрузочное устройство выключается), и компрессор снова начинает нагнетать воздух в пневмосистему. При давлении воздуха в баллонах более 700 кПа происходит подъем клапанов 13 и 14 (см. рис. 7) вверх и сжатие штоком 5 пружины 2. При этом клапан 13 открывает вход сжатому воздуху, а клапан 14 закрывает отверстие В. Сжатый воздух из баллонов через регулятор и фильтр 7 проходит из отверстия А в отверстие В, а затем поступает в канал в блоке цилиндров; при этом компрессор переключается на работу в режиме холостого хода. Прокладки 15 под штуцером 6 служат для регулирования давления, при котором компрессор переключается на работу в режиме холостого хода.

*Тормозной кран.* Управление тормозными механизмами автомобиля без прицепа при помощи регулирования подачи сжатого воздуха из баллонов к тормозным камерам выполняют тормозным краном. Этот кран также обеспечивает постоянную тормозную силу при неизменном положении педали тормоза и быстрое растормаживание после прекращения нажатия на педаль.

Корпус 7 тормозного крана (рис. 8) прикреплен к поперечине рамы. Мембрана 9 из специальной прорезиненной ткани зажата краями между корпусом 7 и крышкой 13. В центре мембраны расположено седло 8 выпускного клапана 11; седло опирается на стакан 6 уравнивающей пружины 5. Полость крана сообщается через выпускное окно В и клапан 17 с атмосферой, а через отверстие А – непосредственно с тормозными камерами колес и через отверстие В – с воздушным баллоном. Возвратная пружина 10 постоянно стремится отжать мембрану влево, открыть выпускной клапан 11 и через седло 8 клапана и выпускное окно В соединить тормозные камеры колес с атмосферой. Седло 15 впускного клапана 14 установлено в горловине крышки 13 и зажато в ней штуцером воздухопровода. Возвратная пружина 12 опирается на седло 15 и прижимает к нему впускной клапан 14. Воздух из воздуш-

ных баллонов не будет проходить в отверстие *A*, а следовательно, и к тормозным камерам.

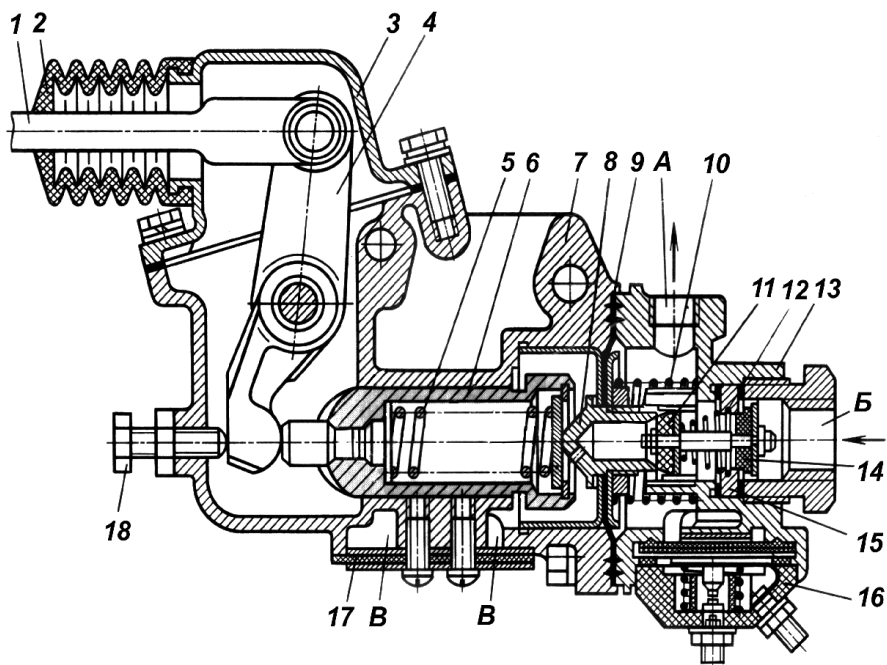


Рис. 8. Тормозной кран пневматического тормозного привода:

1 – тяга привода тормозного крана; 2 – защитный чехол; 3 – крышка рычага; 4 – рычаг крана; 5 – уравнивающая пружина; 6 – стакан уравнивающей пружины; 7 – корпус крана; 8 и 15 – седла; 9 – мембрана; 10 и 12 – возвратные пружины; 11 – выпускной клапан; 13 – крышка тормозного крана; 14 – впускной клапан; 16 – корпус; 17 – клапан выпускного окна; 18 – регулировочный болт; *A* – отверстие, через которое воздух поступает к тормозным камерам; *B* – отверстие, через которое воздух поступает к тормозным камерам; *B* – выпускное окно

Двуплечий рычаг *4*, соединенный тягой *1* с педалью тормоза, опирается на стакан *6*. При нажатии на педаль тормоза тяга *1*, проходящая внутри резинового гофрированного защитного чехла *2* и крышки *3*, поворачивает рычаг *4* на оси. При этом стакан *6* с пружиной *5* перемещается вправо, мембрана *9* прогибается, клапан *11* закрывается и открывается впускной клапан *14*. Мембрана *9* вместе со стаканом *6*, кла-

панами 11 и 14, пружинами 5, 10 и 12 образует следящий механизм, имеющий следующие три положения.

*Первое положение* соответствует отпущенной педали тормоза, когда оба клапана под действием пружин 10 и 12 занимают крайнее левое положение. При этом впускной клапан 14 закрыт, а тормозные камеры через отверстие А и открытый выпускной клапан 11 соединены с атмосферой.

*Второе положение* соответствует нажатию на педаль тормоза. Усилие водителя через рычаг 4, стакан 6, пружину 5 и седло 8 передается мембране 9, которая прогибается. Седло 8 садится на клапан 11, и отверстие А разобщается с атмосферой. Клапан 14 при этом остается закрытым, так как его открытию препятствует давление сжатого воздуха и пружины 12.

*Третье положение* соответствует дальнейшему нажатию на педаль тормоза, когда открывается впускной клапан 14. Сжатый воздух из баллонов поступает через отверстие А к тормозным камерам – происходит торможение автомобиля. Под действием сжатого воздуха мембрана 9 прогибается влево; при этом сжимается пружина 5. Когда силы, действующие на мембрану, уравниваются, она займет второе положение, при котором оба клапана закрыты, а тормозная сила будет сохраняться постоянной.

Увеличение усилия на педали тормоза приводит к впуску дополнительного количества воздуха через клапан 14 и к повышению давления в тормозных камерах, так как пружина 5 будет сжата с большей силой.

При растормаживании все процессы протекают в обратной последовательности: рычаг 4 перестает давить через стакан 6 на пружину 5 и седло 8, выпускной клапан 11 открывается, а впускной клапан 14 закрывается. Сжатый воздух выходит из тормозных камер через клапан 17 выпускного окна в атмосферу. В крышке 13 тормозного крана установлен датчик стоп-сигнала. Болт 18 служит для регулировки режима холостого хода.

*Комбинированный тормозной кран.* Его устанавливают на автомобилях, предназначенных для работы с прицепами и полуприцепами. В комбинированном тормозном кране автомобиля ЗиЛ-130 (рис. 9) есть две секции, из которых верхняя управляет тормозными механизмами прицепа, а нижняя – тормозными механизмами тягача. Устройство нижней секции аналогично устройству обычного тормозного крана (см. рис. 8). Правые части обеих секций однотипны. В седло 11 (рис. 9) выпускного клапана 16 под действием пружины 7 упирается шток 3,

проходящий внутри направляющей втулки 8. На оси 4 штока качается большой рычаг 6, который осью 1 связан с вилкой малого рычага 2.

Полости *A* и *E* каналами и через окно 28 сообщаются с атмосферой. Полость *B* связана с пневмолинией прицепа, полость *Д* – с тормозными камерами колес тягача. Отверстия *B* и *Г* соединяют кран с воздушными баллонами.

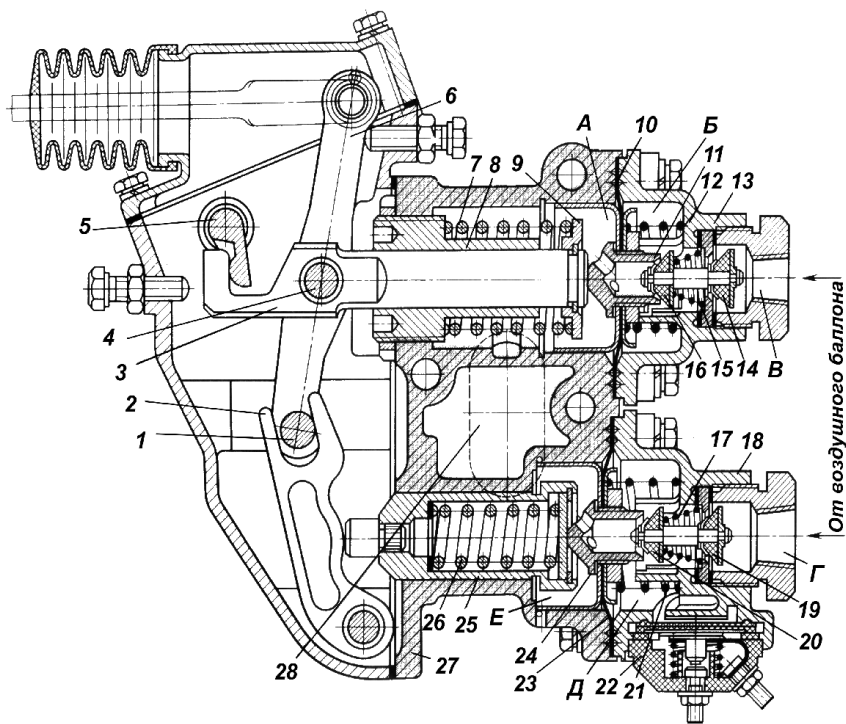


Рис. 9. Комбинированный тормозной кран автомобиля:

1 и 4 – оси; 2 – малый рычаг; 3 – шток; 5 – валик рычага ручного привода; 6 – большой рычаг; 7 – уравновешивающая пружина секции, управляющей тормозными механизмами прицепа; 8 – направляющая втулка штока; 9 – тарелка пружины; 10 и 23 – мембраны; 11 и 24 – седла клапанов; 12, 15, 17, 21 и 26 – пружины; 13 и 18 – крышки; 14 и 19 – впускные клапаны; 16 и 20 – выпускные клапаны; 22 – корпус выключателя; 25 – стакан уравновешивающей пружины; 27 – корпус; 28 – окно; *A*, *B*, *Д* и *E* – полости; *B* и *Г* – отверстия

При отпущенной педали тормоза пружина 7 верхней секции крана перемещает шток вправо, прижимает седло 11 к клапану 16 и закрыва-

ет его. В этом случае клапан *14* передвигается вправо от своего седла, и воздух из баллонов тягача поступает в пневмолинию прицепа, создавая в ней давление. Под действием повышенного давления в пневмолинии воздухораспределитель (его работа будет описана ниже) соединяет тормозные камеры колес прицепа с атмосферой, и тормозные механизмы прицепа выключаются. Работа нижней секции аналогична работе обычного крана.

При нажатии на педаль тормоза верхний конец рычага *6* переместится влево и потянет за собой через ось *4* шток *3*, сжимая пружину *7*. Под действием пружины *12* мембрана *10* прогнется влево, увлекая за собой седло *11* клапана *16*. Под действием пружины *15* клапан *14* закроется, а между клапаном *16* и его седлом появится кольцевой зазор. При этом полость *Б* через седло *11* клапана, полость *А* и окно *28* будет сообщаться с атмосферой. Полость *Б* соединится с пневмолинией прицепа, поэтому давление в последней снизится, и распределитель направит сжатый воздух из баллона прицепа в тормозные камеры колес – произойдет торможение. Рычаг *6* повернется на оси *4* и нижним концом заставит переместиться вправо рычаг *2*. После этого стакан *25* уравнивающей пружины переместит седло *24* и, прижав его к клапану *20*, передвинет вместе с клапаном *19*. Выпускной клапан *20* будет закрыт, а впускной клапан *19* – открыт. Воздух из баллонов тягача через открытый впускной клапан и полость *Д* поступит в тормозные камеры колес тягача, и они будут заторможены.

Пружины *7*, *12*, *21*, *26* и мембраны *10* и *23* в этом кране действуют по тому же принципу, что и в обычном тормозном кране. Если затормозить тягач стояночным тормозным механизмом, то специальная система рычагов включит пневматический тормозной привод прицепа. Рычаг повернет валик *5*, кулачок которого надавит на вырез штока *3*, и включит в работу секцию тормозного крана, управляющую тормозными механизмами прицепа. Свободный ход рычага *6* равен  $1 - 2$  мм, а рабочий ход штока *3*, составляющий  $5$  мм, можно регулировать упорными болтами.

Устойчивость автопоезда при торможении и безопасность движения обеспечены тем, что колеса прицепа тормозятся на  $0,2 - 0,3$  с раньше, чем колеса автомобиля-тягача. Кроме верхней секции тормозного крана в тормозную систему прицепа входят баллон *1* (рис. 10, *а*), тормозные камеры *2*, тормозные механизмы колес и воздухораспределитель *3*. Воздухораспределитель (рис. 10, *б*) тормозной системы прицепа состоит из корпуса, внутри которого есть перегородка, разделяю-

щая корпус на две части (полости *A* и *B*). В центре перегородки проходит шток, на котором укреплены два поршня 7 и 9. Пружина 8, опирающаяся на перегородку, стремится отжать поршень 7, а вместе с ним и шток 10 в верхнее положение. В нижней части корпуса имеется гнездо с клапаном 11, прижимаемым пружиной 12.

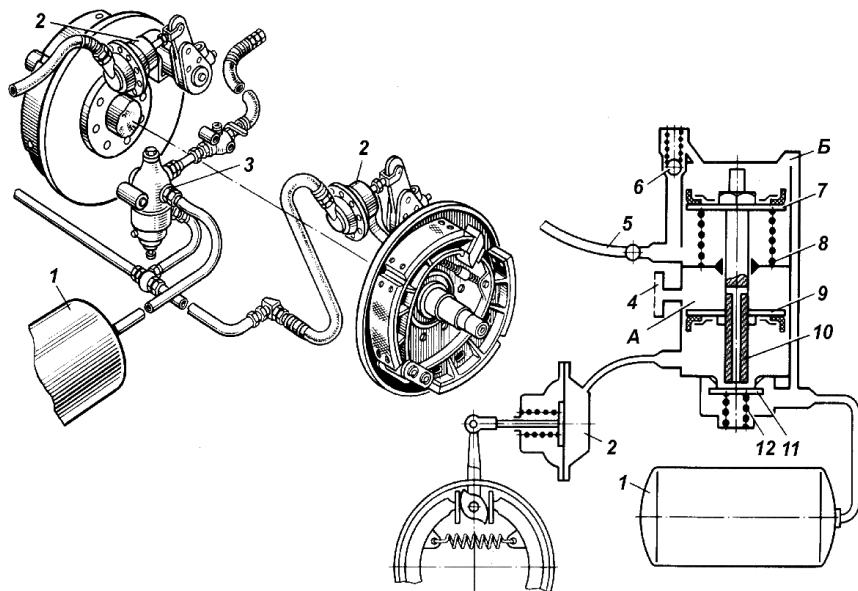


Рис. 10. Тормозная система прицепа автомобиля:  
*a* – общий вид; *б* – схема воздухораспределителя; 1 – воздушный баллон; 2 – тормозная камера; 3 – воздухораспределитель; 4 – фильтр; 5 – воздухопровод; 6 – шариковый клапан; 7 и 9 – поршни; 8 и 12 – пружины; 10 – шток; 11 – пластинчатый клапан; *A* и *B* – полости

Полость *B* через шариковый клапан 6 соединена воздухопроводом 5 с пневмолинией, а полость *A* через фильтр 4 – с атмосферой и через пластинчатый клапан 11 – с воздушным баллоном. При нажатии на педаль тормоза через верхнюю секцию тормозного крана пневмолиния прицепа, как было описано ранее, сообщается с атмосферой, давление в ней снижается, воздух из баллона прицепа поступает в полость *B*, и шариковый клапан 6 закрывается. Под действием давления воздуха

поршень 7, сжимая пружину 8, опускается вниз и открывает штоком 10 пластинчатый клапан 11. Воздух из баллона 1 поступает через открытый клапан 11 и полость А под поршнем в тормозные камеры прицепа – происходит торможение колес.

При отпускании педали тормоза давление в пневмолинии прицепа, как было описано ранее, возрастает, воздух из баллонов тягача поступает в полость Б распределителя под поршень и, открыв шариковый клапан 6, поступает в пространство над поршнем. Вследствие равенства давлений с двух сторон поршня 7 пружина 8 поднимает его вверх, а вместе с ним и шток 10 с поршнем 9. Клапан 11 закрывается, а тормозные камеры прицепа через полость под поршнем 9, отверстия в штоке 10 и фильтр 4 соединяются с атмосферой. Тормозные механизмы прицепа будут выключены, а баллон прицепа пополнится воздухом из баллонов тягача.

*Предохранительный клапан.* Для предохранения пневматической системы от чрезмерного повышения давления в случае неисправности регулятора давления служит предохранительный клапан. Седло клапана установлено на переднем правом баллоне со сжатым воздухом. Клапан регулируют винтом на давление 900 – 950 кПа, а затем стопорят контргайкой. Выступающий стержень служит для проверки исправности клапана.

*Пневматический тормозной привод автомобилей МАЗ.*

*Пневматический тормозной привод одиночного двухосного автомобиля МАЗ.* Схема пневмопривода автомобиля, не предназначенного для буксирования прицепа, показана на рис. 11.

Сжатый воздух компрессором 1 подается в ресиверы контуров тормозной системы. Через водоотделитель 2 он поступает в регулятор давления 3. Последний выполняет функцию предохранительного клапана, разгружая компрессор (сообщая его нагнетательную полость с атмосферой).

Затем воздух поступает в противозамерзатель конденсата 4. В зимнее время его устанавливают в рабочее положение, сжатый воздух насыщается парами этилового спирта, за счет чего существенно понижается температура замерзания конденсата. В конденсационном ресивере 5 происходит более глубокая очистка сжатого воздуха от паров воды и масла.

Из ресивера 5 воздух поступает в отдельные контуры пневматической системы.

*Контур I* (привод механизмов рабочей тормозной системы передних колес автомобиля): двойной защитный клапан 12, ресивер 13, нижняя секция тормозного крана 14, тормозные камеры 20.

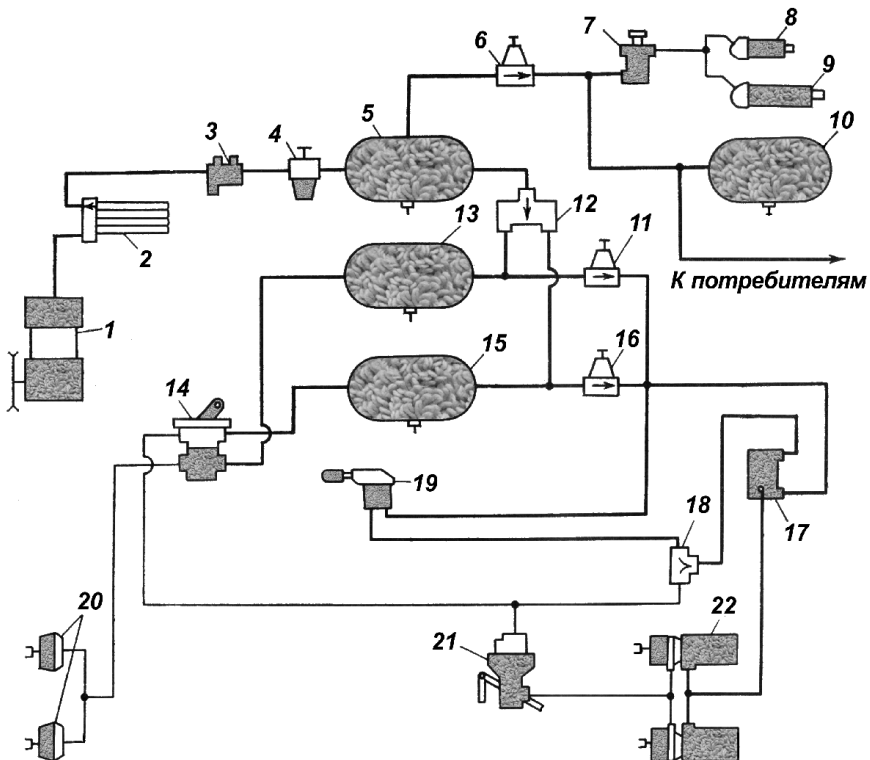


Рис. 11. Схема пневмопривода тормозов двухосного автомобиля МАЗ:  
 1 – компрессор; 2 – водоотделитель; 3 – регулятор давления; 4 – противозамерзатель; 5, 13, 15 – ресиверы; 6, 11, 16 – клапаны одинарные защитные; 7 – клапан управления вспомогательным тормозом; 8 – цилиндр выключения подачи топлива; 9 – цилиндр управления моторным тормозом; 10 – ресивер для хранения запаса воздуха; 12 – клапан защитный двойной; 14 – кран тормозной; 17 – клапан ускорительный; 18 – клапан двухмагистральный; 19 – кран управления стояночным тормозом; 20 – передняя тормозная камера; 21 – регулятор тормозных сил; 22 – камера тормозная с пружинным энергоаккумулятором

*Контур II* (привод механизмов рабочей тормозной системы задних колес автомобиля): двойной защитный клапан 12, ресивер 15, верхняя секция тормозного крана 14, регулятор тормозных сил 21, тормозные камеры 22.

*Контур III* (привод механизмов стояночной и запасной тормозных систем): ресиверы 13 и 15, одинарные защитные клапаны 11 и 16, кран управления стояночным тормозом 19, ускорительный клапан 17, двухмагистральный клапан 18, цилиндры пружинных аккумуляторов тормозных камер 22.

*Контур IV* (вспомогательная тормозная система и питание потребителей): одинарный защитный клапан 6, кран 7 включения вспомогательной тормозной системы, цилиндр выключения подачи топлива 8 и управления заслонкой моторного тормоза 9, ресивер 10 для хранения запаса сжатого воздуха, предназначенного для других потребителей.

Работа *пневмопривода рабочей тормозной системы* состоит в следующем. При нажатии на тормозную педаль срабатывает тормозной кран 14. Сжатый воздух из ресивера 13 через нижнюю секцию тормозного крана поступает в тормозные камеры 20. Из верхней секции тормозного крана через регулятор 21 воздух подается в камеры 22 тормозных механизмов колес заднего моста автомобиля.

Одновременно сжатый воздух через кран 19 управления стояночным тормозом, двухмагистральный клапан 18 поступает в управляющую магистраль ускорительного клапана 17. Перепуская воздух из ресиверов в цилиндры энергоаккумуляторов 22, клапан 17 исключает двойное воздействие на колесные тормозные механизмы заднего моста автомобиля (от рабочей и стояночной систем).

*Пневмопривод стояночного и запасного тормозов* осуществляется следующим образом. При растормаживании автомобиля сжатый воздух из ресиверов 13 и 15 через одинарные защитные клапаны 11, 16 поступает к крану управления стояночным тормозом 19, а затем через двухмагистральный клапан 18 – в управляющую магистраль ускорительного клапана 17. Последний пропускает воздух в цилиндры энергоаккумуляторов 22 тормозных камер.

При включенном стояночном тормозе (рукоятка крана 19 установлена в заднее фиксированное положение) воздух из управляющей магистрали ускорительного клапана 17 выходит в атмосферу через кран 19, а из цилиндров энергоаккумуляторов 22 – через атмосферный вывод ускорительного клапана. Пружины, разжимаясь, приводят в действие тормозные механизмы колес заднего моста автомобиля.

Кран управления стояночным тормозом имеет следящее устройство, которое позволяет притормаживать автомобиль (с помощью запасной тормозной системы) с интенсивностью, зависящей от положения рукоятки крана.

При нажатии на кнопку крана 7 включения вспомогательного тормоза сжатый воздух поступает в пневмоцилиндр 9. Шток последнего связан с рычагом заслонок вспомогательного тормоза. Поворачиваясь, заслонки перекрывают приемные трубы глушителя. Одновременно воздух поступает в пневмоцилиндр 8, шток которого перемещает скобу останова двигателя (подача топлива прекращается).

При выходе из строя первого контура через двойной защитный клапан 12 воздух подается только в ресивер 15 контура II. Торможение автомобиля осуществляется только тормозами колес заднего моста.

Если не работает контур II, сжатый воздух через двойной защитный клапан 12 поступает только в ресивер 13 контура I. Торможение автомобиля обеспечивается тормозами колес переднего моста.

При аварийном падении давления воздуха в контуре привода стояночного тормоза срабатывают пружинные энергоаккумуляторы и автомобиль автоматически затормаживается. Защитные клапаны 11 и 16 закрываются, отсекая ресиверы 13 и 15 от поврежденного контура.

При аварийном падении давления в контуре привода вспомогательного тормоза закрывается одинарный защитный клапан 6.

*Пневматический тормозной привод трехосного автомобиля тягача МАЗ, предназначенного для работы с прицепом или полуприцепом.* Питающая часть пневмопривода и контур IV вспомогательной тормозной системы (рис. 12) те же, что и в одиночном автомобиле (см. рис. 11).

*Контур I* (привод тормозных механизмов колес переднего моста): двойной защитный клапан 12, ресивер 13, нижняя секция тормозного крана 14, передние тормозные камеры 20, нижняя секция клапана 29 управления

тормозами прицепа с двухпроводным приводом, соединительная головка 27, отключаемая разобщительным краном 28, клапан управления тормозами прицепа с однопроводным приводом 30, разобщительный кран 31, соединительная головка 32 типа А.

*Контур II* (привод тормозных механизмов колес заднего моста): двойной защитный клапан 12, два ресивера 15, верхняя секция тормозного крана 14, регулятор тормозных сил 21, ускорительный клапан 17, тормозные камеры 22. Верхняя секция крана 14 соединена трубопро-

водом с верхней секцией клапана 29 управления тормозами прицепа с двухпроводным приводом.

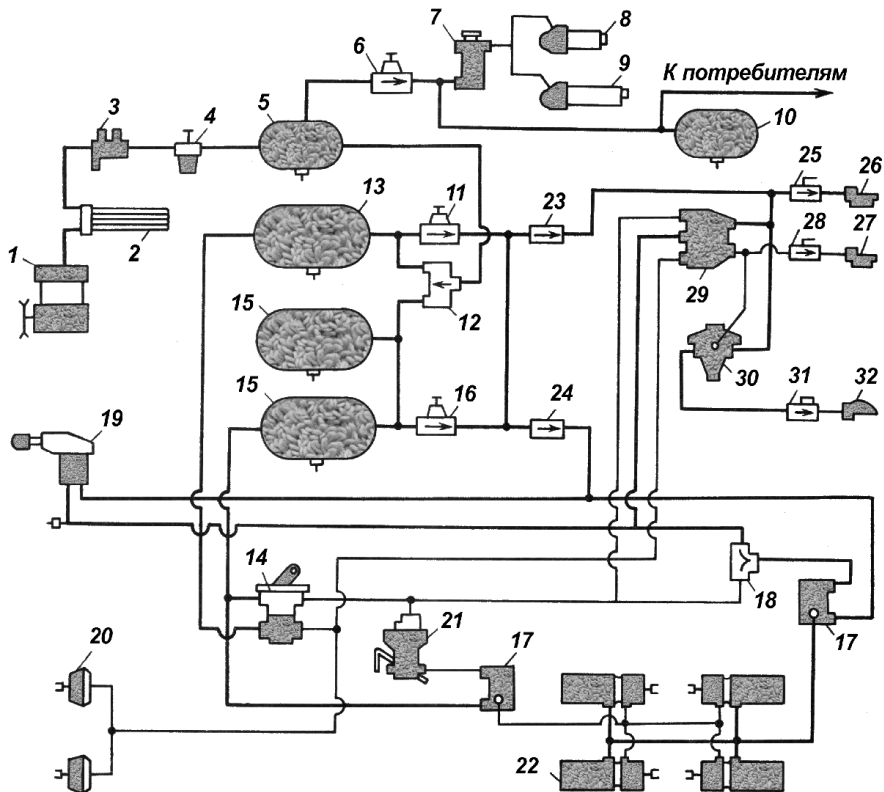


Рис. 12. Схема пневмопривода тормозов трехосного автомобиля тягача МАЗ:  
 23, 24 – клапаны обратные; 25, 28, 31 – краны разобшительные; 26, 27 – головки соединительные типа «Палм»; 29 – клапан управления тормозами прицепа по двухпроводной схеме; 30 – клапан управления тормозами прицепа по однопроводной схеме; 32 – головка соединительная типа А; остальные обозначения см. на рис. 11

*Контур III* (привод механизмов стояночной и запасной тормозных систем) : ресиверы 13 и 15, одинарные защитные клапаны 11 и 16, обратный клапан 24, кран управления стояночным тормозом 19, двухма-

гистральный клапан 18, ускорительный клапан 17, цилиндры пружинных энергоаккумуляторов тормозных камер 22. Кран управления стояночным тормозом соединен трубопроводом со средней секцией клапана 29.

Питающая часть привода тормозов прицепа: ресиверы 13 и 15, защитные клапаны 11 и 16, обратный клапан 23, разобщительный кран 25, соединительная головка 26 (типа «Палм» при двухпроводном приводе тормозов прицепа), клапан 30 управления тормозами прицепа с однопроводным приводом, разобщительный кран 31, соединительная головка 32 типа А.

Пневмопривод рабочих тормозов осуществляется следующим образом. При нажатии на тормозную педаль срабатывает тормозной кран 14. Сжатый воздух из ресивера 13 поступает в нижнюю секцию тормозного крана и затем в камеры 20 тормозных механизмов колес переднего моста тягача, а из верхней секции тормозного крана через регулятор 21, ускорительный клапан 17 – в камеры тормозных механизмов колес среднего и заднего мостов.

Одновременно сжатый воздух через кран управления стояночным тормозом 19, двухмагистральный клапан 18 подается в управляющую магистраль ускорительного клапана 17, который работает так же, как и в пневмоприводе тормозных систем одиночного автомобиля.

Во время торможения сжатый воздух из магистрали привода передних и задних тормозных механизмов поступает к клапану 29 управления тормозами полуприцепа. В результате срабатывания клапана ресиверы 13 и 15 через одинарные защитные клапаны 23, 24 общаются с магистралью управления при двухпроводном приводе тормозов полуприцепа (через головку 27) или с соединительной магистралью при однопроводном приводе (через головку 32). В последнем случае воздух из соединительной магистрали при торможении выходит через клапан 30 в атмосферу.

При работе стояночной тормозной системы сжатый воздух из ресиверов 13, 15 через одинарные защитные клапаны 11 и 16, обратный клапан 24 поступает к крану 19 управления стояночным тормозом, а от него через двухмагистральный клапан 18 – в управляющую магистраль ускорительного клапана 17, который пропускает сжатый воздух в цилиндры энергоаккумуляторов тормозных камер 22.

Когда рукоятка крана 19 установлена в заднее фиксированное положение, воздух из управляющей магистрали ускорительного клапана выходит в атмосферу через кран 19, а из цилиндров энергоаккумуля-

торов – через ускорительный клапан. Пружины, разжимаясь, приводят в действие тормозные механизмы среднего и заднего мостов тягача. Одновременно включается клапан 29, обеспечивающий подачу воздуха через головку 27 в магистраль управления тормозами полуприцепа. При однопроводном приводе тормозов полуприцепа воздух через клапан 29 подается к клапану 30, обеспечивающему его выход из соединительной магистрали.

При аварийном падении давления воздуха в контуре привода стояночного тормоза пружинные энергоаккумуляторы срабатывают автоматически (тягач затормаживается). Запасная и вспомогательная тормозные системы тягача работают так же, как соответствующие системы одиночного автомобиля.

*Пневматический привод тормозов прицепа.* На рис. 13 показана схема комбинированного пневмопривода, который может работать с тягачами, имеющими как двухпроводный, так и однопроводный приводы управления тормозами прицепа.

При однопроводной схеме соединительную магистраль от тягача подводят к головке 5 типа Б, при двухпроводной схеме питающую магистраль – к головке 1, а управляющую – к головке 6 (обе головки типа «Палм»). Подача воздуха в ресивер 12 осуществляется через фильтр 2 или 4, двухмагистральный клапан 3 и воздухораспределитель 8.

Торможение прицепа при затормаживании тягача с помощью рабочей тормозной системы осуществляется следующим образом. Воздух от нижней и верхней секций тормозного крана поступает к установленному на тягаче (см. рис. 12) клапану управления тормозами прицепа по двухпроводной схеме, а затем через головку 6 и фильтр 7 (см. рис. 13) к воздухораспределителю 8. Если управление торможением прицепа осуществляется приводом, работающим по однопроводной схеме, воздух от клапана управления тормозами прицепа по двухпроводной схеме поступает к клапану управления ими по однопроводной схеме. Повышение давления воздуха на входе этого клапана приводит к снижению давления воздуха в соединительной магистрали с головкой 5. При увеличении давления в управляющей магистрали двухпроводного привода или снижении давления в магистрали однопроводного тормозного привода воздух из ресивера прицепа через распределитель 8, электромагнитный клапан 9 и регулятор тормозных сил 10 поступает в тормозные камеры 11 прицепа. Растормаживание прицепа обеспечивается выпуском воздуха из его тормозных камер через регулятор тормозных сил и воздухораспределитель.



снижается давление в соединительной магистрали и происходит торможение прицепа.

Отцепленный прицеп будет всегда заторможен, если в его ресивере имеется сжатый воздух. Чтобы растормозить прицеп, используют специальный кран, который может быть установлен совместно с воздухо-распределителем или отдельно.

При торможении тягача с помощью вспомогательной тормозной системы включается датчик, при срабатывании которого Электромагнитный клапан 9, установленный на прицепе, соединяет ресивер с тормозными камерами. Воздух в тормозные камеры подается под небольшим давлением, достаточным для предотвращения складывания автопоезда при торможении на скользких дорогах.

Рассмотрим конструкцию некоторых элементов пневматического тормозного привода автомобилей МАЗ.

*Тормозные камеры.* Поскольку действие многих приборов пневматического привода связано с работой тормозных камер, рассмотрим несколько подробнее их устройство и работу. Они служат для приведения в действие тормозных механизмов колес. Тормозные механизмы (см. рис.11 и 12) установлены на всех колесах. На промежуточном и заднем мостах они являются общими для рабочей, стояночной и запасной тормозных систем.

Тормозные механизмы передних колес приводятся в действие тормозными камерами типа 24 (рис. 14, *а*), а задние – типа 20 (рис. 14, *б*). Цифры 24 и 20 означают активную площадь мембран камер в квадратных дюймах.

В камере типа 24 (рис. 14, *а*) мембрана зажата между корпусом 2 камеры и крышкой 3. На конце штока 1 закреплена вилка 7, соединенная с регулировочным рычагом тормозного механизма.

При работе контура I в случае торможения сжатый воздух поступает в полость над резиновой мембраной 5 (рис. 14, *а*) и, перемещая ее, через шток 1 и вилку 7 передает усилие на регулировочный рычаг тормозного механизма колес. При этом воздух из-под мембраны выходит в атмосферу через отверстие в корпусе 2 камеры. При растормаживании сжатый воздух выпускается в атмосферу через двухсекционный тормозной кран. Мембрана под действием возвратной пружины 6 возвращается в исходное положение, и колодки под действием оттяжных пружин отходят от тормозного барабана.

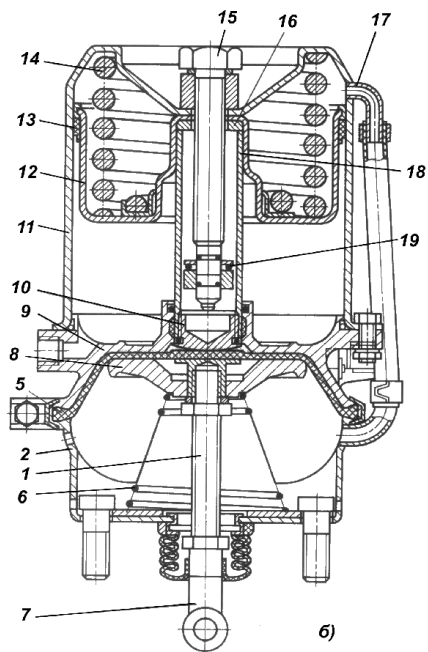
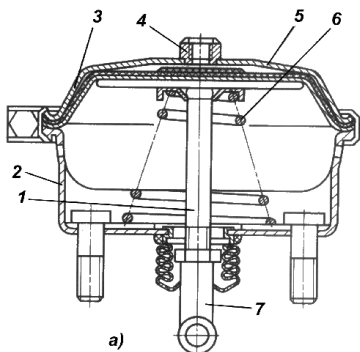
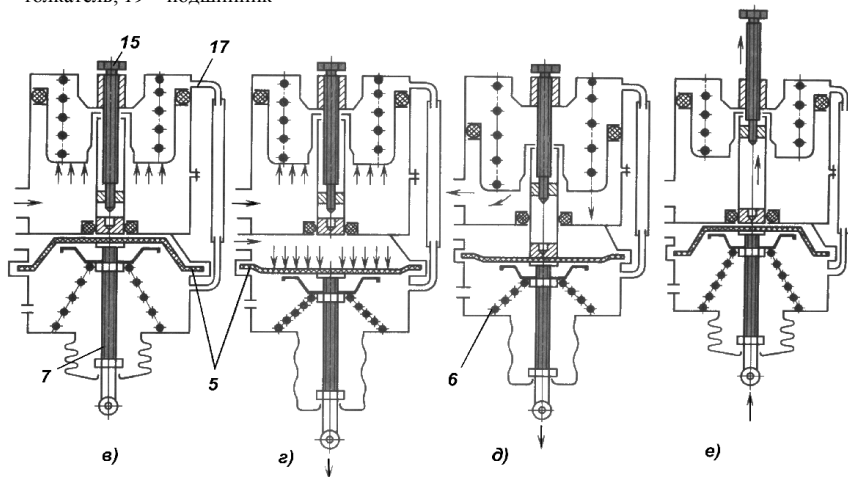


Рис. 14. Тормозные камеры автомобилей МАЗ:

*а* – типа 24; *б* – типа 20 с энергоаккумулятором; *в* – схема работы камеры при отсутствии торможения; *г* – схема работы камеры при торможении рабочим тормозным механизмом; *д* – схема работы камеры при торможении запасным и стояночным тормозными механизмами; *е* – схема работы камеры при механическом растормаживании тормозных механизмов; 1 – шток; 2 – корпус; 3 – крышка корпуса; 4 – штуцер; 5 – мембрана; 6 и 14 – пружины; 7 – вилка; 8 – диск; 9 – фланец цилиндра; 10 – подпятник; 11 – цилиндр; 12 – поршень; 13 – уплотнитель поршня; 15 – винт; 16 – упорная шайба; 17 – дренажная трубка; 18 – толкатель; 19 – подшипник



Тормозная камера типа 20 (рис. 14, б) выполнена с пружинным энергоаккумулятором. Сама тормозная камера является составной частью контура II пневматического привода рабочей тормозной системы, а энергоаккумулятор входит в контур III привода стояночной и запасной тормозных систем. Работа стояночного и запасного тормозных механизмов происходит при обратном действии, т. е. при подаче в энергоаккумулятор сжатого воздуха осуществляется растормаживание, а при выпуске воздуха – затормаживание колес.

При отсутствии торможения сжатый воздух находится в цилиндре энергоаккумулятора (рис. 14, в). При торможении рабочим тормозным механизмом (контур II) сжатый воздух из двухсекционного тормозного крана по специальному штуцеру подается в полость камеры над мембраной (рис. 227, з), которая через шток 1 и вилку 7 (рис. 221, б), соединенную с регулировочным рычагом, приводит в действие тормозной механизм колеса.

При растормаживании сжатый воздух через двухсекционный кран выпускается из полости камеры над мембраной в атмосферу, и под действием пружины 6 мембрана возвращается в исходное положение.

При работе стояночного тормозного механизма (рис. 14, д) сжатый воздух выпускается из полости под поршнем 12 (рис. 14, б), поршень движется вниз и, перемещая толкатель 18, через подпятник 10, мембрану 5 и шток 1 приводит в действие тормозной механизм. Для выключения стояночного тормозного механизма под поршень 12 из системы подается сжатый воздух, поршень поднимается, сжимая пружину 14, мембрана и шток под действием возвратной пружины 6 поднимаются вверх. При этом воздух из полости над поршнем через дренажную трубку 17 и отверстие в корпусе 2 тормозной камеры выходит в атмосферу. При использовании запасного тормозного механизма воздух частично выпускается из энергоаккумуляторов. Количество выпускаемого воздуха и степень торможения зависят от положения рукоятки крана стояночного и запасного тормозных механизмов, работа которого будет рассмотрена ниже.

При механическом растормаживании (рис. 14, е), вывинчивая винт 15 (рис. 14, б), перемещают поршень 12 вместе с толкателем 18. В этом случае сжимается пружина 14, и с помощью штока 1 под действием пружины 6 тормозной механизм растормаживается.

*Предохранитель от замерзания.* Предохранитель испарительного типа служит для защиты трубопроводов и приборов пневматического привода от замерзания конденсата.

В стакан 2 (рис. 15) заливается 200 или 1000 см<sup>3</sup> этилового спирта. С помощью штока 10 с рукояткой предохранитель может быть подключен к пневмосистеме при температуре ниже 5 °С или отключен при температуре выше 5 °С.

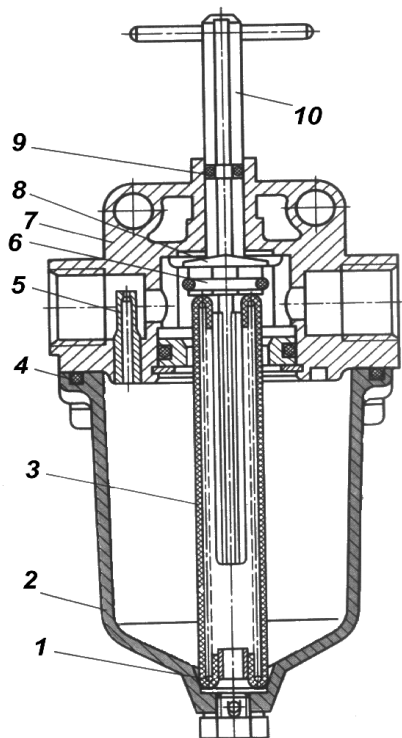


Рис. 15. Предохранитель от замерзания:

1 – пружина фитиля; 2 – стакан; 3 – фитиль; 4 и 9 – уплотнительные кольца; 5 – жиклер;  
6 – пробка с уплотнительным кольцом; 7 – крышка; 8 – запирающий штифт; 10 – шток с рукояткой

При включенном состоянии рукоятка со штоком находится в верхнем положении, при котором уплотнительное устройство выведено из своего нижнего гнезда, пружина 1 растягивает фитиль 3 и часть его выходит в воздушный канал. Проходящий воздух насыщается парами этилового спирта и образует конденсат с низкой температурой замер-

зания. При опускании штока фитиль утапливается, а уплотнитель садится в гнездо и разобщает резервуар предохранителя с воздушным каналом. Жиклер 5 выравнивает давление в линии и корпусе.

*Двойной защитный клапан.* Этот клапан (рис. 16, а) служит для распределения поступающего из компрессора сжатого воздуха по двум контурам и поддержания давления в одном контуре при повреждении другого.

Сжатый воздух из компрессора, пройдя регулятор давления и предохранитель от замерзания, через вывод *III* поступает в центральную полость. Затем он, отжав клапаны 7 и 9, через вывод *I* проходит в контур вспомогательной тормозной системы, а через вывод *II* – в контур стояночной и запасной тормозных систем тягача и прицепа. Однако, если давление в баллонах будет достигать значения, при котором регулятор давления отключает пневмосистему от компрессора, клапаны 7 и 9 закрываются.

Если в одном из контуров, допустим в правом выводе, произошла утечка воздуха, то центральный поршень 8 вместе с клапаном 7 под действием давления в левом выводе переместится вправо и прижмется к упорному поршню 5 (клапан при этом остается закрытым). Как только давление в центральной полости будет больше усилия пружины 6, клапан 7 отойдет от центрального поршня 8 и избыточный воздух выйдет в негерметичный контур. То же самое произойдет в случае повышенного расхода воздуха в одном из контуров.

При повреждении одного из контуров двойной защитный клапан поддерживает в другом контуре давление 520 ... 540 *кПа*.

*Тройной защитный клапан.* Клапан (рис. 16, б) распределяет воздух, поступающий из компрессора, по трем контурам и при повреждении одного из них сохраняет давление в исправных контурах.

Сжатый воздух из компрессора через вывод *III* поступает в полости *A* и *B* и при возрастании давления до 520 *кПа* открывает клапаны 15 и 24, преодолевая сопротивление пружин 17 и 21. Затем, прогибая мембраны, поступает через выводы *IV* и *V* соответственно в контуры рабочих тормозных механизмов колес переднего моста и прицепа и колес задней тележки и прицепа. В это же время сжатый воздух открывает перепускные клапаны 25 и 26, поступает в полость *B* и при давлении 510 *кПа*, открыв клапан 27, проходит через вывод *VI* в контур системы растормаживания.

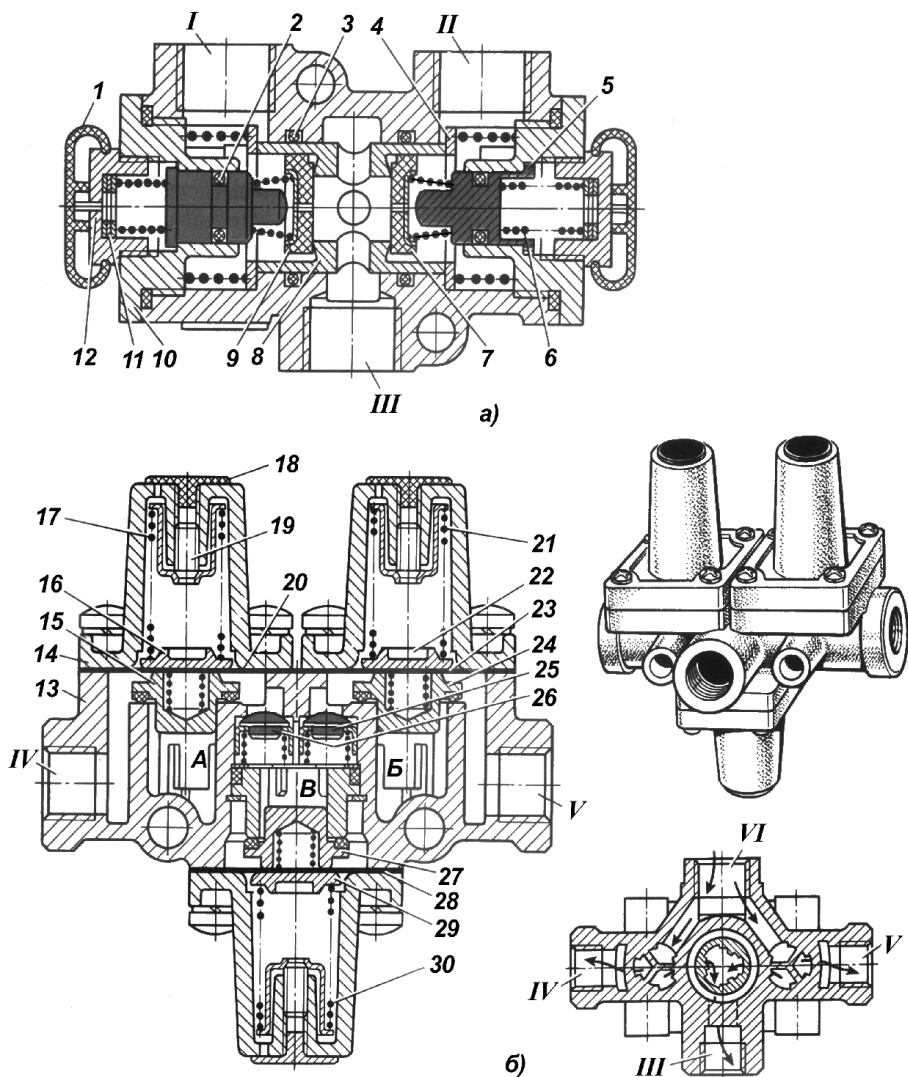


Рис. 15. Защитные клапаны:

*a* – двойной; *б* – общий вид и конструкция тройного клапана; 1 – защитный чехол; 2 и 3 – уплотнительные кольца; 4 – упорное кольцо; 5 – упорный поршень; 6 – пружина; 7 и 9 – плоские клапаны; 8 – центральный поршень; 10 – крышка; 11 – регулировочные шайбы;

12 – пробка с дренажным отверстием; 13 – корпус; 14 – колпак; 15, 24 и 27 – клапаны; 16, 22 и 29 – опорные диски; 17, 21 и 30 – пружины; 18 – заглушка; 19 – регулировочный винт; 20, 23 и 28 – мембраны; 25 и 26 – перепускные клапаны; А, Б и В – полости; I – вывод в контур вспомогательной тормозной системы; II – вывод в контур стояночной и запасной тормозных систем тягача и прицепа; III – вывод к компрессору; IV – вывод в контур рабочих тормозных механизмов колес переднего моста и прицепа; V – вывод в контур рабочего тормозного механизма колес задней тележки и прицепа; VI – вывод в контур системы растормаживания

При разгерметизации одного из контуров давление в связанной с ним полости защитного клапана уменьшается, и под действием пружины клапан соответствующего контура закрывается. Для того чтобы открыть клапан неисправного контура, потребуется большее давление поступающего из компрессора воздуха, чем для открытия клапанов исправных контуров. Это объясняется тем, что на мембраны исправных контуров воздействует сжатый воздух из воздушных баллонов и из компрессора, а клапан неисправного контура открывается только под действием воздуха, поступающего из компрессора. В негерметичный контур, таким образом, воздух может поступить только при значительном повышении давления. В этом случае он срабатывает как предохранительный клапан, выпустив часть воздуха в атмосферу, т. е. в герметичных контурах будет поддерживаться давление не больше того, при котором открывается клапан неисправного контура (до 520 кПа).

Если разгерметизируется линия, идущая от компрессора, то клапаны 15, 24 и 27 закроются под действием пружин 17, 21 и 30, и в контурах сохранится имеющееся в них давление.

*Двухсекционный тормозной кран.* Кран (рис. 17, а) служит для управления механизмами рабочей тормозной системы автомобиля и комбинированным приводом тормозных механизмов прицепа при наличии отдельного привода к тормозным механизмам передних и задних колес. При отсутствии торможения (рис. 17, б) воздух из крана в контуры не поступает.

При торможении усилие от педали тормоза передается через упругий элемент 4 крана на ступенчатый поршень 3, который, перемещаясь вниз, закрывает выпускное отверстие клапана 2, разобщая вывод II с атмосферой. При движении поршня 3 вниз обеспечивается доступ сжатому воздуху из вывода III к выводу II и далее к тормозным камерам задних колес (рис. 17, в). Действие сжатого воздуха и пружины 6 на поршень 3 снизу уравновешивает силу нажатия на педаль.

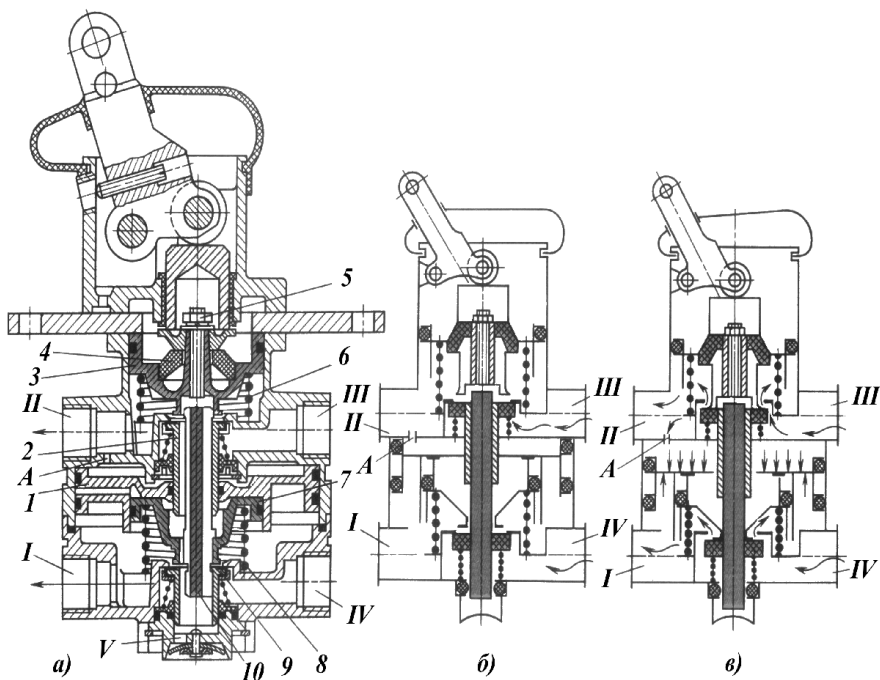


Рис. 16. Двухсекционный тормозной кран:

*a* – конструкция; *б* – схема работы крана при отсутствии торможения; *в* – схема работы крана при торможении; 1 – ускорительный поршень; 2 и 9 – клапаны; 3 и 7 – ступенчатые поршни; 4 – упругий элемент; 5 – упорный болт; 6 и 8 – пружины ступенчатых поршней; 10 – толкатель; А – канал; I и II – выводы в контур рабочих тормозных механизмов передних колес и колес задней тележки; III и IV – выводы к воздушным баллонам; V – вывод в атмосферу

При повышении давления в выводе II сжатый воздух через канал А проходит в полость над ускорительным поршнем 7 и, перемещая его вниз, заставляет перемещаться ступенчатый поршень 7. Поршень 7 вначале закрывает выпускное отверстие клапана 9, разобщая вывод I с атмосферой, а затем открывает этот клапан, обеспечивая поступление сжатого воздуха из вывода IV через вывод I в тормозные камеры передних колес.

При повышении давления в выводе I сжатый воздух, пройдя под поршни 1 и 7, вместе с пружиной 8 уравнивает силу, действующую

щую на поршень сверху. Следовательно, в выводе *I* устанавливается давление, пропорциональное усилию на рычаге тормозного крана. Таким образом, в обеих секциях крана осуществляется следящее действие в зависимости от усилия водителя, прикладываемого к педали тормоза.

При повреждении контура, связанного с нижней секцией, работа верхней секции не нарушится. В этом случае при падении давления в верхней секции усилие от рычага тормозного крана через болт *5* будет передаваться непосредственно на толкатель *10* поршня *7*, т. е. вторая секция, управляемая механическим воздействием, сохранит работоспособность.

При прекращении торможения упругий элемент *4* возвращается в исходное положение. Под действием пружины *6* ступенчатый поршень *3* поднимается, клапан *2* садится в седло, разобщая выходы *III* и *II*. Затем поршень, открывая выпускное окно в полем толкателе *10*, сообщает вывод *II* через вывод *V* с атмосферой. Давление в полости *I* над ускорительным поршнем, сообщаемой через канал *A* с выводом *II*, падает. Под действием пружины *8* поршни *1* и *7* поднимаются вверх, а клапан *9* садится в свое гнездо и разобщает выходы *IV* и *I*. При дальнейшем подъеме поршня *7* открывается выпускное окно, и вывод *I* сообщается через вывод *V* с атмосферой.

*Ручной тормозной кран.* Для управления пружинными энергоаккумуляторами привода стояночной и запасной тормозных систем служит ручной тормозной кран. Он управляет пневматическими механизмами, работающими при выпуске сжатого воздуха.

*Пневматический тормозной кран с кнопочным управлением.* Этот кран служит для управления вспомогательной тормозной системой. Отдельный кран такой же конструкции служит для управления контуром аварийного растормаживания стояночной тормозной системы.

*Клапан ограничения давления.* Клапан служит для уменьшения давления в тормозных камерах передних колес при неполном торможении (что очень важно для улучшения устойчивости и управляемости автомобиля на скользких дорогах), а также для увеличения давления при максимальной интенсивности торможения и для ускорения выпуска воздуха при растормаживании.

*Автоматический регулятор тормозных сил.* Регулятор автоматически изменяет давление воздуха в тормозных камерах колес задней тележки в зависимости от нагрузки, действующей на нее в момент торможения.

Регулятор устанавливают на раме автомобиля. Его рычаг с помощью тяги 4 (рис. 17) через упругий элемент 5 и штангу 6 соединен с балками мостов тележки. Причем соединение предохраняет регулятор от действия перекосов, скручивания и т. д.

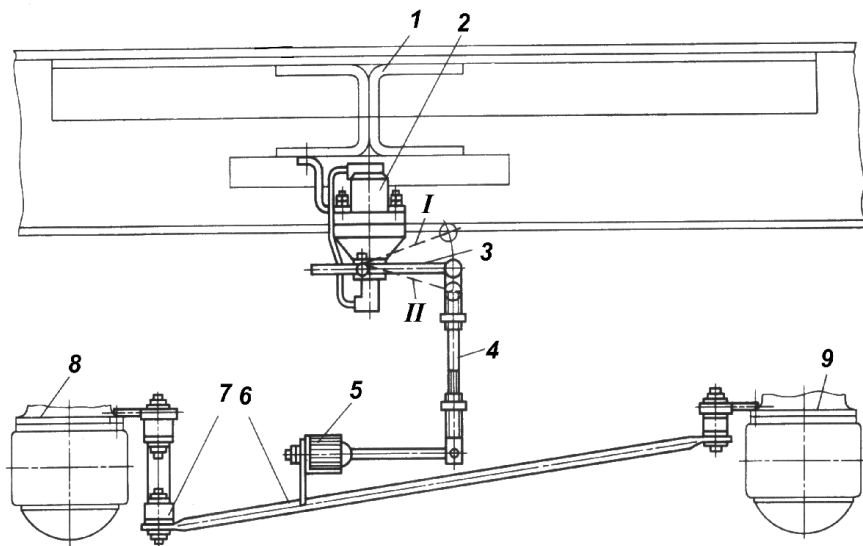


Рис. 17. Схема установки регулятора тормозных сил:

1 – лонжерон; 2 – регулятор тормозных сил; 3 – рычаг регулятора; 4 – тяга; 5 – упругий элемент; 6 – штанга; 7 – компенсатор; 8 – промежуточный мост; 9 – задний мост; I – положение рычага при наибольшей осевой нагрузке; II – положение рычага при наименьшей осевой нагрузке

Внутри регулятора помещен ступенчатый поршень 2 (рис. 18, а) с укрепленной на нем мембраной 5. Края мембраны зажаты между верхней и нижней половинами корпуса. Внутри поршня выполнено отверстие, в которое проходит верхний конец толкателя 3, а также имеется клапан 1, под действием пружины закрывающий отверстие в поршне. В нижней части к толкателю с помощью поршня 7 поджимается шаровая пята 6, на которую передается усилие от рычага 4. По трубке 10

под нижний поршень подается сжатый воздух, обеспечивающий контакт пяты 6 с толкателем 3.

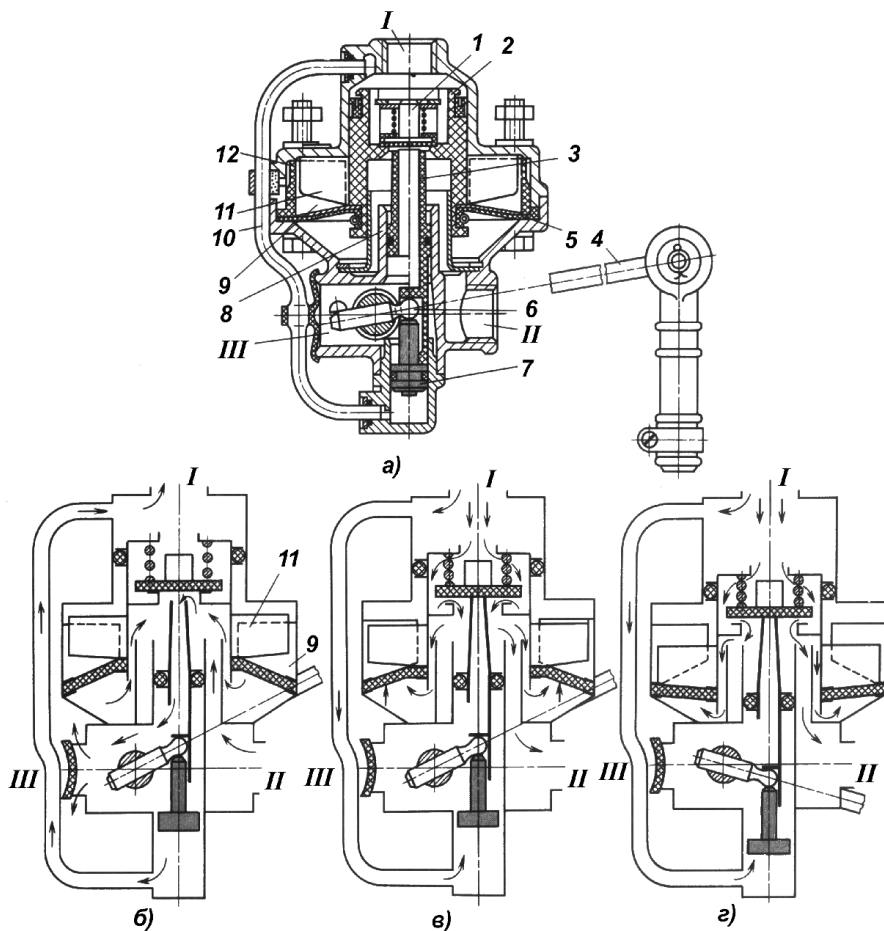


Рис. 18. Автоматический регулятор тормозных сил:

*а* – конструкция; *б* – схема работы при отсутствии торможения (максимальная нагрузка на мосты); *в* – схема работы при торможении (большая нагрузка на мосты); *г* – схема работы при торможении (минимальная нагрузка на мосты); *I* – клапан; 2 – ступенчатый поршень; 3 – толкатель; 4 – рычаг; 5 – мембрана; 6 – шаровая пята; 7 – поршень; 8 – направляющая толкателя; 9 – ребра неподвижной вставки; 10 – соединительная трубка; 11 – ребра поршня; 12 – неподвижная вставка; *I* – вывод к двухсекционному тормозному крану; *II* – вывод к тормозным камерам колес тележки; *III* – вывод в атмосферу

В верхней части корпуса вставлена неподвижная вставка 12 с наклонными ребрами 9, нижние кромки которых проходят по границе с мембраной. Ступенчатый поршень 2 также имеет наклонные ребра 11, нижние кромки которых хорошо видны на рисунке. Ребра 11 поршня находятся между ребрами 9 неподвижной вставки.

Если поршень 2 находится в верхнем положении, то его ребра не касаются мембраны. В этом случае средняя часть мембраны опирается на поршень, а остальная часть прилегает к неподвижным ребрам вставки. Когда поршень при работе движется вниз, его ребра могут опускаться ниже неподвижных ребер вставки и по мере опускания все больше будут опираться на мембрану. Таким образом, пока поршень находится в верхнем положении, его нижняя активная площадь ограничивается лишь его торцами, так как мембрана лежит на неподвижных ребрах вставки. При опускании поршня его ребра все больше опираются на мембрану и его нижняя активная площадь захватывает все большую часть мембраны, т. е. возрастает.

Автоматический регулятор тормозных сил имеет три вывода: *I* – к верхней секции двухсекционного тормозного крана; *II* – к тормозным камерам задних колес тележки; *III* – в атмосферу.

При отсутствии торможения вывод *I* через двухсекционный тормозной кран соединен с атмосферой. В этом случае ступенчатый поршень 2 находится в верхнем положении, клапан 1 под действием пружины закрывает отверстие в поршне, но не доходит до толкателя 3, и тормозные камеры колес через вывод *II*, внутреннее отверстие в толкателе и вывод *III* сообщаются с атмосферой (рис. 18, б).

При торможении из нижней секции двухсекционного тормозного крана сжатый воздух поступает через вывод *I* в регулятор, и поршень 2 под действием сжатого воздуха перемещается вниз вместе с клапаном 1. Клапан 1, дойдя до толкателя 3, закрывает его верхнее отверстие, разобщая вывод *II*, а следовательно, и тормозные камеры задних колес с атмосферой. При дальнейшем движении вниз поршня 2 клапан 1, упираясь в толкатель 3, отходит от седла в поршне, и сжатый воздух из вывода *I* через образовавшуюся кольцевую щель между толкателем и поршнем направляется к выводу *II* и далее в тормозные камеры колес, производя торможение. Одновременно сжатый воздух между поршнем 2 и направляющей 8 поступает в полость под мембрану 5 (рис. 18, в).

Когда давление на мембрану снизу будет больше давления сжатого воздуха на ступенчатый поршень 2 сверху, поршень 2 поднимется

вверх, и как только клапан *I* сядет в седло поршня *2*, поступление сжатого воздуха из вывода *I* в вывод *II* прекратится. Таким образом осуществляется следящее действие.

Соотношение давлений снизу на мембрану и сверху на ступенчатый поршень равно соотношению их активных площадей. Активная площадь верхней стороны поршня постоянна, а активная площадь мембраны, участвующей в передаче давления на поршень, меняется, как было рассмотрено выше, в зависимости от расположения ребер поршня и неподвижной вставки.

Взаимное расположение поршня и неподвижной вставки зависит от нагрузки на задние мосты. При максимальной нагрузке, т. е. при сближении задних мостов и автоматического регулятора, установленного на лонжероне рамы (см. рис. 17), рычаг *4* (см. рис. 18, *a*) будет находиться в верхнем положении. При этом толкатель *3* тоже будет в верхнем положении. Для подвода сжатого воздуха к выводу *II* из вывода *I* необходимо незначительное перемещение поршня, при котором его ребра не опустятся ниже ребер неподвижной вставки. Активная площадь мембраны при этом будет незначительной, и подъем поршня вверх произойдет при большом давлении снизу на активную площадь поршня *2*, т. е. сжатый воздух в тормозные камеры будет подаваться под значительным давлением.

При минимальной осевой нагрузке расстояние между задними мостами и регулятором будет наибольшим. Рычаг *4* опустит толкатель *3* в самое нижнее положение, и для подачи сжатого воздуха в вывод *II* ступенчатый поршень *2* должен максимально опуститься вниз (рис. 18, *б*). В этом случае его ребра опустятся ниже ребер неподвижной вставки и упрутся в мембрану. Активная площадь мембраны станет максимальной. Максимальной будет и разность давлений сжатого воздуха, действующего на поршень сверху и снизу, при которой поршень *2* поднимется вверх, клапан *I* сядет в седло поршня *2*, и поступление сжатого воздуха прекратится. Следовательно, давление сжатого воздуха в тормозных камерах в этом случае будет значительно меньше. Оно будет в 3 раза меньше давления воздуха, поступающего в вывод *I*.

При промежуточном положении рычага *4* активная площадь мембраны, а следовательно, и давление воздуха в тормозных камерах колес тоже будут иметь какое-то промежуточное значение.

Следовательно, при торможении регулятор тормозных сил будет автоматически поддерживать в тормозных камерах давление, обеспе-

чивающее тормозное усилие, пропорциональное нагрузке на задние мосты.

При растормаживании давление в выводе *I* уменьшается. Поршень 2 под действием противодействия снизу поднимается вверх; при этом вначале клапан 1 садится в седло поршня 2, разобрав выходы *I* и *II*, а затем при дальнейшем движении поршня вверх клапан отходит от толкателя 3, и воздух из тормозных камер через вывод *II*, полый толкатель 3 и вывод *III* выходит в атмосферу.

*Ускорительный клапан.* Клапан (рис. 19) служит для более быстрого выпуска и впуска сжатого воздуха из энергоаккумуляторов. Ускорительный клапан выводом *III* соединяется с воздушным баллоном, выводом *I* – с цилиндрами энергоаккумуляторов, выводом *II* – с атмосферой и выводом *IV* – с ручным тормозным краном управления стояночной и запасной тормозными системами.

При отсутствии торможения под действием сжатого воздуха, поступающего из ручного тормозного крана в камеру 2, поршень 3 опускается вниз, закрывая сначала клапан 7, затем открывая клапан 4. При этом сжатый воздух из баллона поступает через выходы *III* и *I* в энергоаккумуляторы и, преодолевая сопротивление пружин энергоаккумуляторов, производит растормаживание колес (рис. 19, б).

При включении запасной или стояночной тормозной системы сжатый воздух из камеры 2 через ручной тормозной кран выпускается в атмосферу. Поршень 3 перемещается вверх, клапан 4 под действием пружины закрывается, а клапан 7 при движении поршня вверх открывается, и энергоаккумуляторы через вывод *I*, клапан 1 и вывод *IV* сообщаются с атмосферой (рис. 19, в). При этом пружины энергоаккумуляторов разжимаются, и происходит затормаживание колес.

Пропорциональность между управляющим давлением в выводе *IV* и давлением в цилиндрах энергоаккумуляторов осуществляется с помощью поршня 3. Если давление в выводе *I* становится несколько больше давления в выводе *IV*, то поршень 3 начинает подниматься вверх, клапан 4 закрывается и давление в энергоаккумуляторах больше не возрастает. Если давление в камере 2 возрастает, то поршень 3 опустится вниз, откроется клапан 4 и энергоаккумулятор поступит новая порция воздуха. Давление в выводе *I* возрастет, и поршень 3, поднявшись вверх, откроет клапан 4. Если давление в камере 2 снизится, то поршень 3, поднявшись вверх, откроет клапан 1 и воздух из энергоаккумуляторов выйдет в атмосферу, и т. д.

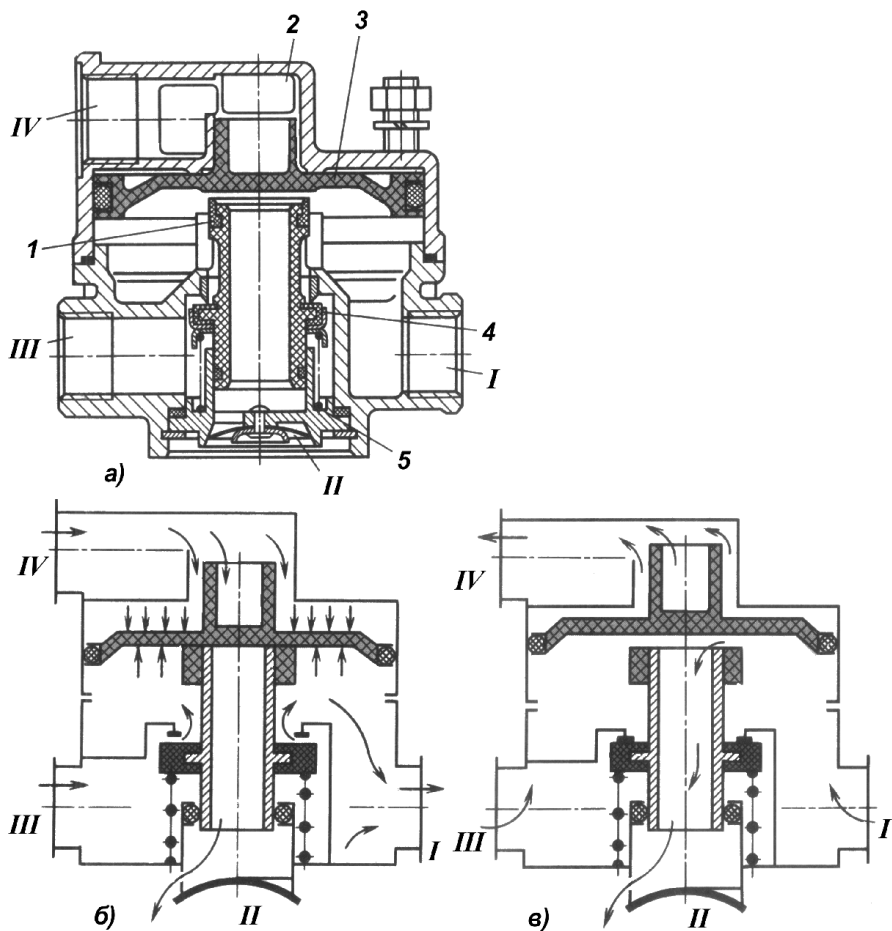


Рис. 19. Ускорительный клапан:

*a* – конструкция; *б* – схема работы при отсутствии торможения; *в* – схема работы при торможении; *I* – выпускной клапан; *2* – управляющая камера; *3* – поршень; *4* – впускной клапан; *5* – пружина; *I* – вывод к цилиндрам энергоаккумуляторов; *II* – вывод в атмосферу; *III* – вывод к воздушному баллону; *IV* – вывод к ручному крану управления стояночной и запасной тормозными системами

*Двухмагистральный перепускной клапан.* Этот клапан служит для управления пружинным энергоаккумулятором от одного из двух независимых контуров, либо от ускорительного клапана, т. е. от ручного

крана управления, либо от крана системы аварийного растормаживания. Вследствие этого он имеет три вывода: *I* – от линии ускорительного клапана, *II* – от линии энергоаккумуляторов и *III* – от линии крана системы аварийного растормаживания.

### *Контрольные вопросы*

1. Назовите аппараты управления пневматическим тормозным приводом.
2. Укажите назначение тормозного крана. Каким образом обеспечивается следящее действие тормозного крана?
3. Укажите назначение регулятора тормозных сил. Как осуществляется регулирование давления воздуха в тормозных камерах?
4. Чем отличается клапан ограничения давления от регулятора тормозных сил?
5. Проанализируйте особенности конструкций тормозных камер.
6. Почему ускорительный клапан обеспечивает уменьшение времени срабатывания пневматического привода?
7. С какой целью клапан управления тормозами прицепа по двухпроводной схеме подключают к обеим секциям тормозного крана? В чем заключается следящее действие клапана?
8. С какой целью на тягаче устанавливают клапан управления тормозами прицепа с однопроводным пневматическим приводом?
9. Опишите способы подачи сжатого воздуха в ресиверы прицепа при двухпроводной и однопроводной схемах соединения тормозных систем тягача и прицепа.
10. Опишите принцип работы воздухораспределительного клапана при включении его по двухпроводной и однопроводной схемам.
11. С какой целью на прицепе устанавливают электромагнитный клапан?

### ЛИТЕРАТУРА

1. Автомобили: Конструкция, конструирование и расчет. Системы управления и ходовая часть / А. И. Гришкевич / [и др.]. – Минск: Вышэйш. шк., 1987. – 200 с.
2. Б о г а т ы р е в, А. В. / Тракторы и автомобили / А. В. Богатырев, В. Р. Лихтер. – М.: Колос, 2005. – 400 с.
3. К у р г а н о в, А. И. Основы расчета шасси тракторов и автомобилей / А. И. Курганов. – М.: Гос. изд-во с.-х. лит-ры, 1953. – 720 с.
4. М и х а й л о в с к и й, 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 пневматических тормозных приводах.....	3
2. Конструкции пневматических тормозных приводов.....	13
Литература.....	48

Учебное издание

**Белоусов Владимир Анатольевич**

**ТОРМОЗНЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЕЙ  
ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ТОРМОЗНЫЕ ПРИВОДЫ**

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

Редактор  
Технический редактор  
Корректор

Подписано в печать 24. 07.2014. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. 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