

Ö Ö Ö Ö

«

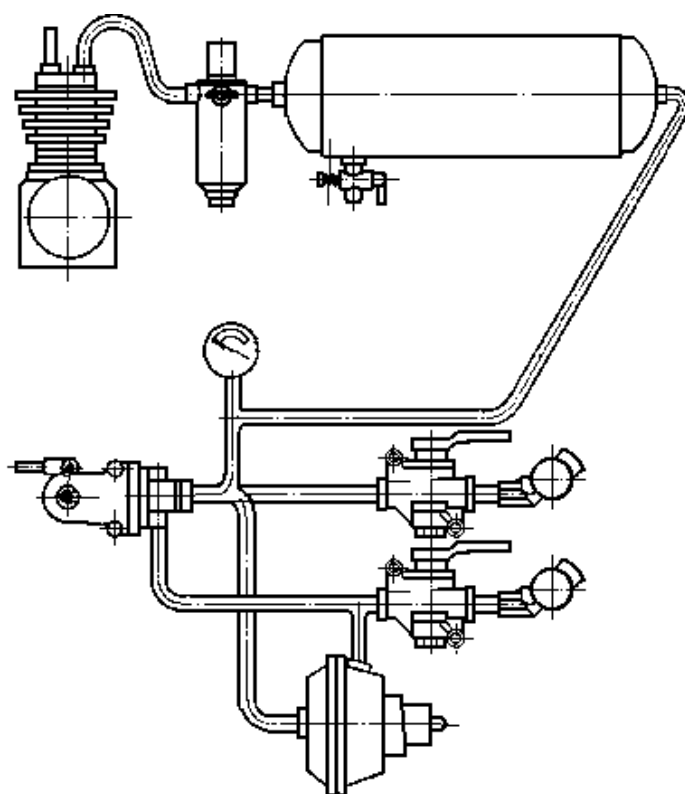
»

«

»

ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

*Составитель
преподаватель . .*



Сыктывкар 2021

В учебном пособии изложены назначение, предъявляемые требования и классификация пневматического оборудования тракторов, описание их типовых конструкций, элементы ухода за ними в эксплуатации и перспективы развития конструкций.

Учебное пособие предназначено для студентов, изучающих дисциплину “ ” и может быть полезно для инженерно-технических работников автотракторной отрасли машиностроения.

Содержание

Пневматическая система. Классификация	3
1. Исполнительные механизмы	10
2. Приборы регулирования и распределения сжатого воздуха	11
3. Приборы подготовки и транспортировки сжатого воздуха	17
4. Клапаны и соединительные головки	23
5. Система регулирования давления воздуха в шинах	28
6. Уход за приборами пневмосистемы	30
7. Развитие конструкций пневмосистем	30
Литература	30

Пневматическая система. Классификация

В общую схему каждого трактора неотъемлемой, обязательной частью входит одна или несколько пневматических систем. Иногда пневматическая система является частью более общей пневмогидравлической системы. Так, например, при оборудовании прицепных машин гидростатическим тормозным приводом, тракторист, воздействуя на тормозной кран, подает воздух требуемого давления в пневматический переходник, соединенный с главным тормозным цилиндром, далее следует гидравлическая система.

Пневматическая система – совокупность аппаратов, соединенных друг с другом воздухопроводами в строгой функциональной последовательности, предназначенных для производства, накопления, контроля и потребления сжатого воздуха и служащих для облегчения управления системами и агрегатами тракторов, и соответственно, повышения их эксплуатационных свойств. Составные части пневматической системы, согласно принятой в машиностроении классификации, схематически представлены в табл. 1.

1. Классификация элементов пневмосистемы

ПНЕВМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА											
ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ			ЛИНИИ СВЯЗИ			МАШИНЫ И АППАРАТЫ			ПОТРЕБИТЕЛЬ ЭНЕРГИИ		
КОМПРЕССОР	БАЛЛОН (РЕСИВЕР)	АККУМУЛЯТОР ДАВЛЕНИЯ	ТРУБОПРОВОДЫ (ШЛАНГИ)	СОЕДИНЕНИЯ (ФИТИНГ)		ТЕПЛООБМЕННИКИ (РАДИАТОРЫ)	ФИЛЬТРЫ И ВЛАГО-МАСЛОУДЕЛИТЕЛИ	ДЕТАНДЕРЫ	РЕЗЕРВУАРЫ ПОСТОЯННОГО ОБЪЕМА	РЕЗЕРВУАРЫ ПЕРЕМЕННОГО ОБЪЕМА	ГАЗОРЕАКТИВНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

УПРАВЛЯЮЩИЕ УСТРОЙСТВА (ПНЕВМОАГРЕГАТЫ)								
ПЕРЕКРЫВАЮЩИЕ			РЕГУЛИРУЮЩИЕ			СИГНАЛИЗАТОРЫ		
ПРИВОД	УСИЛИТЕЛЬ	РЕГУЛИРУЮЩИЙ ОРГАН	ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ	УСИЛИТЕЛЬ	РЕГУЛИРУЮЩИЙ ОРГАН	ДАВЛЕНИЯ	РАСХОДА	ПОЛОЖЕНИЯ

На тракторах пневматические системы полностью или частично выполняют следующие функции: охлаждение двигателя и агрегатов силовой передачи (водные и масляные радиаторы, принудительный обдув блоков цилиндров и корпусных деталей); вентиляцию, отопление или кондиционирование кабин; привод механизмов тормозной системы, переключения и блокировки передач, стеклоочистителей; регулирования давления воздуха в шинах и пневмоэлементах подвески и т.д.

Условимся под агрегатами пневматических систем подразумевать все их элементы за исключением машин (компрессоров, вентиляторов и т. п.) и аппаратов (например, теплообменных аппаратов). Таким образом, к агрегатам относятся регуляторы расхода и давления, регулирующие и перекрывающие (запорные) клапаны, заслонки и золотники, обратные и предохранительные клапаны, пневматические приводы и т. д.

Широкое применение в конструкциях тракторов пневматического привода, использующего энергию сжатого атмосферного воздуха, обусловлено необходимостью обеспечения, с одной стороны, эргономических требований к органам управления и, с другой стороны, простотой синтеза силовых и управляющих связей

В механическом приводе управления тормозами и сцеплением трактора управляющее и силовое воздействие осуществляется, как правило, только за счет мускульной силы, использование которой регламентировано требованиями эргономики и производственной санитарии. Учитывая тенденции роста эффективности использования МТА за счет значительного повышения энерговооруженности и скоростей движения тракторов, вызывающие рост потребных приводных усилий, возникла необходимость дополнения или замены мускульной энергии человека посторонним источником энергии: сжатым или разряженным газом (обычно воздухом), сжатой жидкостью, электричеством или их комбинацией.

Применение пневматического привода на тракторах обусловлено:

- относительной экологичностью отработавшего воздуха и, следовательно, возможностью его сброса обратно в атмосферу;
- неограниченностью и легкодоступностью сырья для производства энергоносителя, так как этим сырьем является атмосферный воздух;
- сравнительной простотой и малой энергоемкостью получения и накопления энергоносителя (сжатого воздуха);
- простотой соединения магистралей при составлении машинно-тракторных агрегатов, в том числе и многозвенных поездов;
- допустимостью естественных утечек энергоносителя из-за негерметичности, что значительно упрощает и удешевляет привод.

Вместе с тем, неизбежные утечки воздуха из системы приводят к снижению КПД привода. К основным недостаткам современных пневматических систем тракторов необходимо так же отнести: сравнительно низкое быстродействие, затрудняющее безопасную эксплуатацию многозвенных трак-

торных поездов; посредственную точность управления из-за нелинейных характеристик пневмоаппаратов; относительную сложность диагностирования.

Пневматический привод по сравнению с гидрообъемным, обладает следующими преимуществами: исполнительные устройства имеют большие скорости срабатывания и меньшую стоимость, более короткие возвратные линии, так как воздух может быть удален из системы в любой ее точке; наличие неограниченного запаса энергоносителя. Недостаток: большие габариты при равных развиваемых усилиях (рабочие давления в гидроприводе на порядок выше).

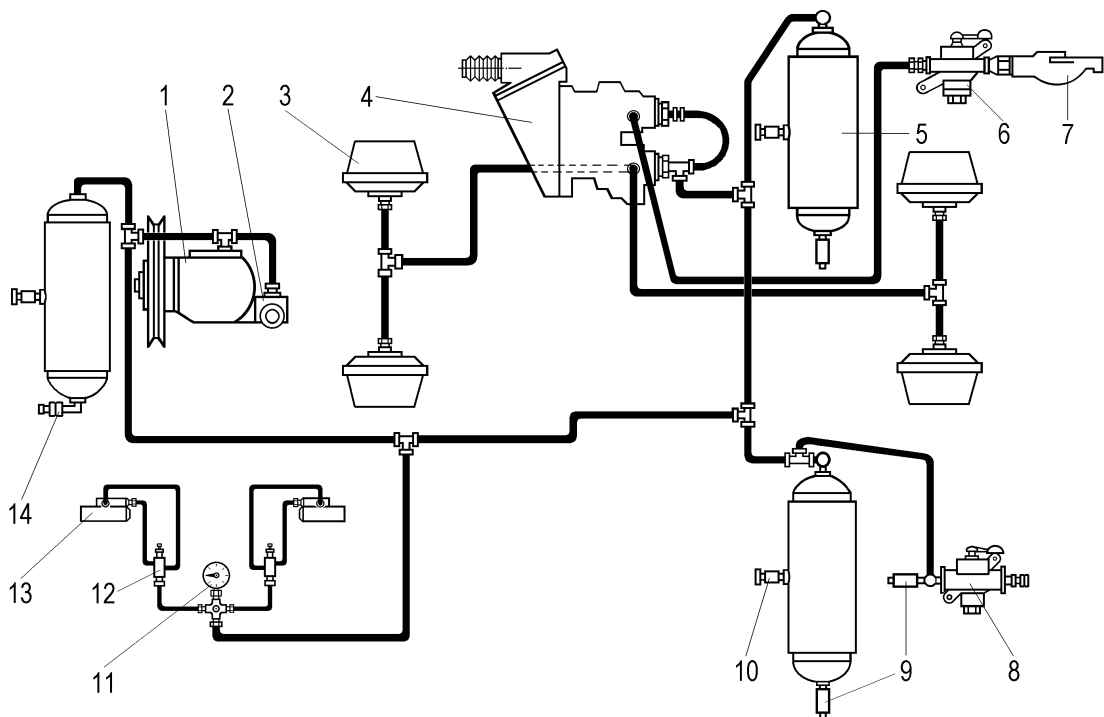


Рис. 1. пневмосистем

Д а рис. 1 приведена типовая схема пневмосистемы колесного трактора. Источником сжатого воздуха (энергоносителя) служит компрессор 1 с регулятором (ограничителем) выходного давления 2. Для сглаживания колебаний давления и для обеспечения, по крайней мере, пяти торможений МТА (за рубежом - не менее восьми) при неработающем компрессоре установлены воздушные ресиверы (баллоны) 5. Для слива конденсата на ресиверах устанавливаются специальные клапаны 10. На некоторых тракторах подключение ресиверов в сеть осуществляют через двойной защитный клапан, обеспечивающий преимущественное питание сжатым воздухом жизненно важных агрегатов трактора и отключения поврежденных ветвей пневмосистемы. Исполнительными устройствами являются тормозные камеры 3, необходимое давление в которых устанавливается двухсекционным тормозным краном 4. Верхняя секция тормозного крана через разобщительный кран 6 и соединительную головку 7 осуществляет питание и управление пневматическим

приводом тормозов прицепа или полуприцепа. Компрессор, оборудованный регулятором давления, питает сжатым воздухом не только привод тормозов, но и пневмодвигатели стеклоочистителей 13, управляемых специальными вентилями 12. Через кран 8 осуществляется отбор воздуха для накачивания шин и другие нужды. Датчик давления и манометр 11 обеспечивают визуальный контроль давления в системе. Предохранительные клапаны 9 защищают систему от перегрузки при выходе из строя регулятора давления. Для обеспечения функционирования пневмосистемы при буксировании трактора с неработающим двигателем предназначен буксирный клапан 14.

Пневматическая система современного трактора состоит из более ста различных по функциональному назначению и конструктивному исполнению элементов, так называемых приборов пневматического привода, которые условно можно разделить на четыре группы:

- подготовки, хранения и транспортировки энергоносителя (сжатого воздуха), требуемых давления и чистоты: компрессор, ресиверы, регулятор давления, фильтры, защитные клапаны, насосы для антифриза, трубопроводы, фитинги (заглушки, штуцеры, угольники, тройники и т.д.), соединительные головки и разобшительные краны;
- потребления сжатого воздуха, (исполнительные устройства) – пневматические цилиндры, мембранные (диафрагменные) камеры, пневмомоторы, пневмобаллоны подвески, шины колес и воздушный сигнал;
- распределения и регулирования – тормозные краны, воздухораспределители, клапаны управления и регуляторы;
- контроля и предохранения – манометры, датчики давления и предохранительные (аварийные) клапаны.

Иногда производят разделение на подсистемы по объектам обслуживания: пневмопривод тормозов, пневматическая подвеска, сервоусилитель привода сцепления, пневмоуправления агрегатами трансмиссии, пневмопривод стеклоочистителей и т.д.

В первом приближении, работу почти всех приборов пневматической системы трактора можно свести к выполнению комбинации трех элементарных функций: впуск, выдержка и выпуск сжатого воздуха. Поэтому большинство этих приборов состоит из набора однотипных функциональных элементов: клапанные механизмы (т.е. пара клапан - седло), следящие механизмы и уплотнения.

Клапанный механизм. Его назначение – открывание и закрывание прохода для сжатого воздуха. В открытом положении клапана происходит впуск или выпуск сжатого воздуха из какой-либо полости пневмоприбора, в закрытом положении – выдержка сжатого воздуха необходимого давления в той же полости.

Требования, предъявляемые к клапанному механизму:

- 1) высокая начальная чувствительность, т.е. уровень входного сигнала (перемещения, усилия или давления), обеспечивающий начало срабатывания клапана, должен быть минимальным;
- 2) отсутствие утечек (герметичность) в закрытом положении;
- 3) достаточная площадь проходного сечения и малое сопротивление движению потока воздуха через открытый клапан.

Герметичность стыка клапан-седло, помимо зависимости от формы и материала клапана, во многом определяется давлением в контакте. Оно должно быть достаточным для плотного прилегания клапана к седлу за счет упругой деформации одного из них и, в тоже время, не должно приводить к их разрушению. Давление в контакте прямо пропорционально усилию прижатия клапана к седлу и обратно пропорционально площади контакта. В то же время, очевидно, что для обеспечения высокой начальной чувствительности, усилие прижатия клапана необходимо сделать возможно меньшим. Поэтому для обеспечения герметичности стремятся уменьшить площадь контакта, по возможности не снижая долговечности клапанного механизма.

Второе и третье требования продиктованы обеспечением заданного быстродействия пневмопривода в целом. Для этого необходимо в кратчайший промежуток времени открыть клапан, пропустить через него потребное количество сжатого воздуха, а затем закрыть его.

В основу классификации клапанных механизмов положены:

- вид действия – простое (рис. 5), если клапан 11 взаимодействует с одним седлом 15 и сообщает (разобщает) между собой две полости, и двойное (рис. 4), если клапан 2 взаимодействует с двумя седлами, одно из которых, как правило, подвижно, сообщая в заданной последовательности одну из полостей с двумя другими.
- форма поверхности клапана, контактирующей с седлом – плоская, коническая, сферическая;
- материал поверхности клапана, контактирующей с седлом – резина, металл, пластмасса.

Кроме того, клапаны подразделяются на одинарные (обычные) и двойные. В гидро- и пневмосистемах двойным клапаном принято называть комбинацию из двух соосных и, как правило, жестко связанных клапанов (рис. 3, поз. 12 и 16), взаимодействующих каждый со своим седлом в заданной последовательности. Двойной клапан выполняет функцию идентичную клапану двойного действия.

Плоские, еще их называют пластинчатыми, клапаны, имеющие обычно форму диска, наиболее просты и технологичны в производстве и монтаже. К их недостаткам следует отнести: во-первых, большее, чем у конических и сферических, сопротивление проходу воздуха и, во-вторых, значительное усилие прижатия клапана к седлу для обеспечения герметичности стыка. Поэтому при одинаковой пропускной способности они имеют большие радиальные размеры. Для снижения усилия прижатия уменьшают ширину коль-

цевой поверхности контакта с седлом, выполняя на плоскости клапана специальные кольцевые выступы.

Сферические клапанные механизмы, в том числе и шариковый клапан в сочетании с коническим седлом, обладают малым сопротивлением потоку воздуха и легко обеспечивают герметичность стыка. Их характерные недостатки - большая инерционная масса клапана и конструктивные сложности, возникающие при выполнении их двойными.

Промежуточное положение по всем параметрам занимают конические клапанные механизмы. Основной их недостаток – жесткие требования к точности цилиндрического или, что встречается значительно реже, конического седла и конического пояса клапана. Это обусловлено тем, что только сечение конуса плоскостью перпендикулярной его оси имеет форму круга. А именно в этом случае обеспечивается герметичность стыка конического клапана с седлом. Несмотря на это, они, так же как плоские и сферические клапаны, находят применение в пневмоприборах, особенно имеющих двойные клапаны. Хотя в последние годы предпочтение отдается плоским клапанным механизмам.

Материал контрагентов пары клапан-седло, как правило, разнороден. Обычно клапан изготавливают из резины, а седло - из металла или пластмассы. В отдельных случаях применяют металлический или пластмассовый клапан в сочетании с седлом из резины. Исключение составляют шариковые клапаны: металлический шарик чаще всего контактирует с металлическим коническим седлом, а также пластинчатые клапаны компрессора, в которых оба контрагента также металлические.

Следящий механизм. Это элемент пневмоприбора, обеспечивающий заданный закон изменения выходного давления как функции управляющего воздействия, представленного в виде давления, перемещения или силы, при помощи обратной связи. Для органов управления необходимо следящее действие не только по перемещению (ходу педали или рычага), но и по усилию. Это связано с действием закона Вебера-Фехнера о зависимости между ощущениями и раздражителями. Замедление трактора, в первом приближении, воспринимается трактористом как работа силы инерции. Поэтому регулирование торможения будет более точным при сочетании перемещения органа управления с изменением силы, затрачиваемой на это перемещение.

Следящий механизм состоит из упругого элемента, создающего усилие, однозначно соответствующее подведенному управляющему сигналу, и подвижного чувствительного элемента, на активную площадь которого воздействует выходное давление, корректируя управляющий сигнал. Использование в качестве упругого элемента цилиндрической пружины предопределяет постоянство коэффициента передачи управляющего воздействия. Однако для обеспечения более полного эргономического соответствия органов управления желательно иметь переменный коэффициент передачи. Для этого используется упругий элемент в виде конической пружины либо резиновой

втулки специальной формы. При слабом нажатии на педаль управления коэффициент передачи тормозного крана мал и тракторист получает возможность плавно регулировать давление в приводе, а, следовательно, и эффективность служебного торможения. При сильном нажатии на педаль управления, характерном для экстренного торможения, коэффициент передачи возрастает, что обеспечивает сокращение времени срабатывания пневмопривода.

Чувствительный элемент следящего механизма выполняется поршневым или мембранным, с рабочим диаметром в пределах от 20 до 80 мм.

Поршневые следящие механизмы имеют чувствительный элемент в виде поршня с резиновыми уплотнительными манжетами или кольцами. Преимущества поршневого механизма - разумная неограниченность величины хода и линейная зависимость усилия от нее. Недостатком поршневых следящих механизмов являются большие потери на трение, особенно при низких температурах.

Мембранные следящие механизмы работают практически без внешнего трения и поэтому обладают лучшей чувствительностью; на их работе меньше сказывается замерзание конденсата. Применение мембран из тонкого резинового полотна толщиной 0,4...2 мм с тканевой прокладкой вместо аналогичных формованных толщиной 1,0...2,5 мм позволило повысить их долговечность и работоспособность в условиях низких температур. Но мембранным механизмам присущи нелинейная зависимость хода от действующего давления и меньший рабочий ход. При одинаковом диаметре и давлении сила создаваемая мембраной меньше, поэтому, при прочих равных условиях, габаритные размеры и масса мембранных следящих устройств больше.

Уплотнения. Это устройства, предотвращающие или уменьшающие утечку сжатого воздуха через зазоры между деталями пневмоприборов, а также защищающие их от проникновения пыли и грязи. Различают уплотнения подвижных и неподвижных элементов. Подвижными элементами приборов пневмопривода могут быть мембраны, поршни, штоки и валы. Резиновая мембрана сама по себе является уплотнением. Она зажимается по периферии между двумя неподвижными, как правило, корпусными деталями, уплотняя их соединение. В центре к ней крепится шток или толкатель, и она образует герметичное подвижное соединение. Для уплотнения поршней, толкателей, штоков и валов обычно применяют резиновые кольца круглого или К-образного сечения, манжеты и сальники.

Уплотнение неподвижных деталей пневмоприборов осуществляется, помимо мембран, резиновыми кольцами круглого или прямоугольного сечения и прокладками. За рубежом для этих целей чаще применяют полимерные самоотверждающиеся композиции на основе полисульфидных или жидких кремнийорганических каучуков – герметиков.

1. Исполнительные механизмы

Исполнительные механизмы предназначены для преобразования энергии сжатого воздуха в энергию движения рабочих органов: разжимных кулаков тормозных механизмов, вилки выключения сцепления, вращения вала стеклоочистителя и т.п., а также передачи вертикальных усилий между подпрессоренными и неподпрессоренными частями трактора (пневмобаллоны подвески).

По виду реализуемого движения различают исполнительные механизмы возвратно-поступательного и вращательного движения. По конструктивному исполнению устройств, непосредственно участвующих в преобразовании энергии сжатого воздуха в механическую энергию поступательного движения, исполнительные механизмы подразделяются на поршневые, мембранные (диафрагменные), сильфонные и шланговые. Эти механизмы, как правило, одностороннего действия: возвращение в исходное положение происходит под действием пружины или силы тяжести. Принято поршневые исполнительные механизмы называть тормозными или пневматическими цилиндрами, а мембранные - тормозными или пневматическими камерами.

Преимущества и недостатки поршневых и мембранных силовых механизмов такие же, как у аналогичных следящих механизмов пневмоприборов. Мембраны и поршни исполнительных механизмов практически отличаются только геометрическими размерами и усилиями. Рабочие диаметры силовых мембран и поршней 60...200 мм, а развиваемые усилия - до 15 кН.

Тормозные цилиндры и камеры, создающие усилие на штоке прямо пропорциональное давлению подводимого воздуха, являются пневматическими исполнительными механизмами прямого действия. В последние годы получили распространение механизмы обратного действия, в которых полезное усилие, передаваемое на шток поршнем или мембраной, создается воздействием предварительно сжатой пружины. Под воздействием сжатого воздуха часть или все усилие пружины воспринимается поршнем или мембраной, соответственно разгружая шток. Давление воздуха, при котором шток полностью разгружен, обычно не превышает 0,45...0,55 МПа. В пневмосистемах тракторов поршневые силовые механизмы нашли применение, главным образом, только в пневмодвигателях стеклоочистителей. Для привода остальных устройств, как правило, применяют пневматические камеры, которые по виду соединения корпуса и крышки подразделяют на фланцевые и бесфланцевые. Первые, в соответствии с названием, имеют хорошо развитые фланцы корпуса и крышки, между которыми равномерно расположены болтами зажата мембрана. У вторых на корпусе и крышке выполнены конусные отбортовки, а соединение осуществляется кольцевым хомутом. Эта конструкция имеет меньшие радиальные габариты и материалоемкость. Она более технологична в производстве и эксплуатации. Поэтому бесфланцевые камеры получили преимущественное распространение в пневмоприводах отечественных и зарубежных тракторов.

На рис. 2 представлена одна из многочисленных конструкций бесфланцевой тормозной камеры. Резиновая мембрана 2 зажата между корпусом 9 и крышкой 1 с помощью хомута 5, стянутого двумя болтами 6. Необходимое для герметичного соединения усилие создается вследствие наличия конусных отбортовок на корпусе, крышке и хомуте. В корпусе расположен шток 12, с жестко прикрепленным опорным диском 4, в который упирается возвратная пружина 7. Второй конец пружины опирается в стакан 8, приваренный к днищу корпуса и ограничивающий ход мембраны. При торможении сжатый воздух через бобышку 3, приваренную к крышке, попадает в полость А, перемещая мембрану со штоком, соединенным вилкой 11 с рычагом вала разжимного кулака тормоза или вилки выключения сцепления. Крепление камеры к кронштейну осуществляется болтами 10, приваренными к днищу корпуса.

Основным параметром, характеризующим тормозные камеры, является активная площадь - условная величина, представляющая собой частное от деления усилия на штоке камеры, при его номинальном ходе, на величину подводимого давления.

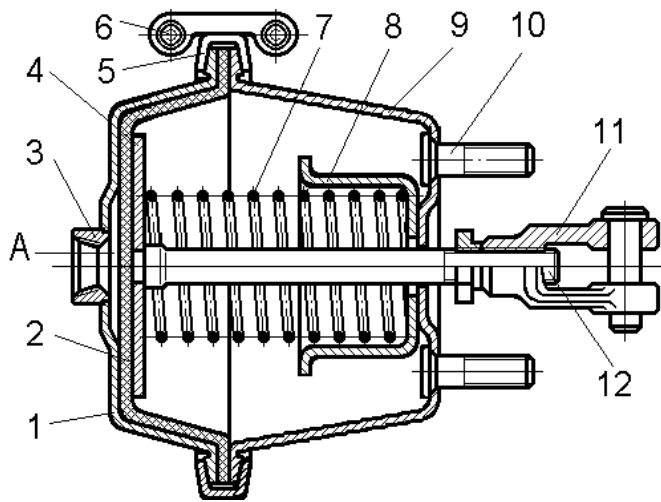


Рис. 2. Тормозная камера

Общепринято величиной активной площади, выраженной в квадратных дюймах ($1 \text{ кв. дюйм} = 6,452 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$), обозначать типоразмер (*mun*) камеры или цилиндра. В мировой практике применяются семь типов камер: 9, 12, 16, 20, 24, 30 и 36, что позволяет перекрыть диапазон требуемых приводных усилий.

2. Приборы регулирования и распределения сжатого воздуха

Приборы регулирования и распределения предназначены для подачи сжатого воздуха требуемого давления к исполнительным устройствам и выполнения функции управления.

Основными функциональными элементами приборов регулирования и распределения воздуха являются клапанные и следящие механизмы. Клапан, как элемент прибора пневмосистемы трактора, осуществляет преимущественно релейное регулирование давления: в открытом положении он обеспечивает прохождение потока сжатого воздуха, а в закрытом – препятствует этому прохождению. Количественное регулирование давления степенью от-

крытия клапана в пневмоаппаратах практически не используется.

Следящим механизмом называется элемент пневмоприбора, обеспечивающий заданный закон изменения выходного давления как функции управляющего воздействия, представленного в виде давления, перемещения или силы. Так, например, специальный следящий механизм в следящем устройстве пневмоусилителя сцепления трактора Т-150К изменяет давление на его выходе в зависимости от силы нажатия на педаль управления сцеплением и ее хода.

К основным приборам регулирования и распределения сжатого воздуха относятся: тормозные краны, воздухораспределители прицепа, следящее устройство пневмоусилителя сцепления, краны управления давлением централизованной системы накачивания шин (например, на тракторе ЛТЗ-145) и клапаны регулирования давления в пневмобаллонах подвески.

Рассмотрим конструкции тормозного крана и следящего устройства пневмоусилителя сцепления.

Тормозной кран (клапан управления тормозными камерами) – устройство, обеспечивающее подачу сжатого воздуха с давлением, однозначно соответствующим внешнему управляющему усилию (или перемещению).

Управляющее воздействие на тормозной кран может передаваться от педали тормоза непосредственно (так называемые подпедальные краны), или через рычажную и, значительно реже встречающуюся, гидравлическую системы. В первом случае конструкция кран – привод получается достаточно компактной: тормозной кран крепится снаружи на полу или на передней стенке кабины, а соответственно, напольная или подвесная педаль воздействует, в зависимости от конкретного конструктивного исполнения крана, на толкатель, рычаг или тягу крана. Во втором случае рычаг или толкатель крана связан с педалью системой тяг и рычагов. Если кран расположен в труднодоступном месте или далеко от рабочего места тракториста применяется гидравлический привод тормозного крана, когда педаль тормоза связана с главным тормозным цилиндром, а на задающий механизм крана воздействует рабочий цилиндр. Но в любом случае в соответствии с действующими предписаниями секция крана, управляющая тормозами прицепа, имеет твердотельную связь с органом управления, по крайней мере, стояночными тормозами трактора.

В настоящее время на тракторах с механическим приводом рабочих тормозов применяются односекционные тормозные краны управления пневмоприводом тормозов прицепа. На тракторах с пневмоприводом рабочих тормозов (например, К-701 и Т-150К) устанавливают унифицированные комбинированные двухсекционные тормозные краны управления приводом колесных тормозных механизмов трактора и однопроводным приводом тормозов прицепа. Почти все тормозные краны имеют следящие механизмы мембранного типа.

На рис. 3. представлена конструкция комбинированного тормозного крана трактора К-701. В корпусе 5 установлены, с возможностью осевого,

перемещения, шток 7 и стакан 26. Все внутренние полости корпуса сообщаются между собой и через пластинчатый клапан 19 с атмосферой. Корпус 28 рычажного управляющего механизма привернут болтами к корпусу 5 крана. Верхний рычаг шарнирно соединен с тягой 1 привода. Для предохранения механизма управления от попадания посторонних предметов, пыли и грязи на корпус рычагов установлена крышка 3 с защитным чехлом 2.

С другой стороны к корпусу 5 прикреплены унифицированные секции 19, в которые через пробки 17 из ресиверов трактора (стрелка *А*) поступает сжатый воздух. Верхняя секция соединяется с магистралью прицепа (стрелка *Б*), а нижняя – с магистралью тормозных камер трактора (стрелка *В*). Седла 9 выпускных клапанов закреплены на мембранах 10 и свободно перемещаются в цилиндрических направляющих, в кольцевые проточки которых вставлены резиновые уплотнения 11.

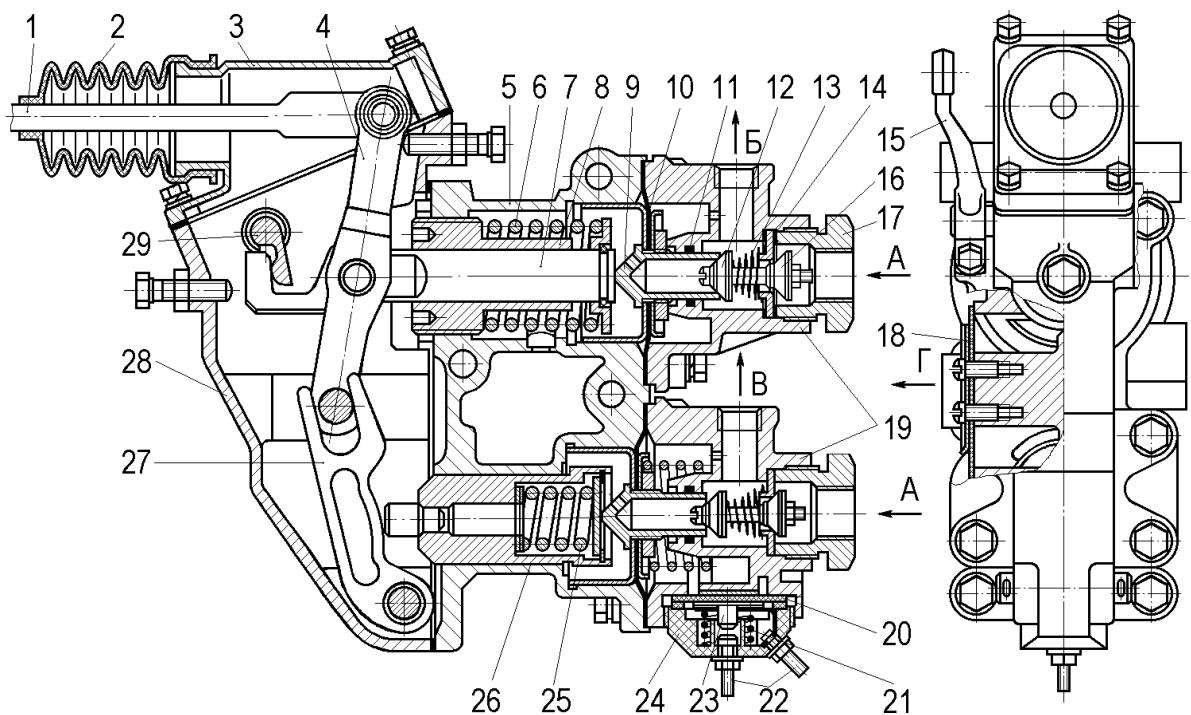


Рис. 3. Комбинированный тормозной кран:

А – от ресивера; *Б* – в магистраль прицепа; *В* – к тормозным камерам трактора;
Г – в атмосферу

Положение всех деталей крана на рисунке соответствует отпущенной педали управления тормозами. Под действием пружины 6 шток 7 верхней секции находится в крайнем правом положении. Выпускное седло 9 прижато к выпускному клапану. Впускной клапан 16 открыт, и сжатый воздух поступает в магистраль прицепа. Когда давление в ней достигнет номинального значения (0,5...0,55 МПа), давление в полости слева от мембраны 10, соединенной дроссельным отверстием с выходом верхней секции, создает силу, превышающую преднатяг пружины 6. Под действием этой силы шток 7 движется влево по направляющей 8 и перемещаемый вслед за ним пружиной 13 впускной клапан 16 садится на седло 14.

При падении давления ниже 0,45...0,5 МПа пружина 6 возвращает клапан в исходное положение и возобновляется подача сжатого воздуха в пневмосистему прицепа. Следовательно, в отторможенном состоянии на выходе верхней секции поддерживается заданное давление. Регулировку величины давления производят изменением преднатяга пружины 6, завертывая или вывертывая направляющую 8 в корпус 5.

В нижней секции под воздействием возвратной пружины мембрана с седлом выпускного клапана находится в крайнем левом положении. Впускной клапан прижат конической пружиной к своему седлу, а выпускной открыт. Магистраль привода тормозных камер трактора соединена с атмосферой через седло выпускного клапана, внутренние полости корпуса 5 и пластинчатый клапан 19.

При нажатии на педаль управления тормозами тяга 1 перемещается влево, увлекая за собой верхний конец рычага 4. Этот рычаг совершает сложное движение вращения против часовой стрелки вокруг подвижной оси, связанной со штоком 7. Нижний конец рычага 4 через палец шарнирно связан с рычагом 27, в котором выполнены направляющие в виде прорези. Рычаг 27 вращается по часовой стрелке вокруг нижней неподвижной оси. Таким образом, шток 7 движется влево, а стакан 26 – вправо. В верхней секции следящая мембрана 10 перемещает седло 9 выпускного клапана вслед за штоком. При этом сначала закрывается впускной клапан 16, прекращая доступ сжатого воздуха из ресиверов трактора в магистраль прицепа, а затем открывается выпускной клапан 12. Сжатый воздух из магистрали прицепа через полое седло 9, внутренние полости крана и клапан 18 выходит в атмосферу, приводя в действия тормозную систему прицепа. В нижней секции при перемещении стакана 26 вправо он через пружину 25 и опорный диск перемещает подвижное седло выпускного клапана. Первоначально седло садится на выпускной клапан, прекращая сообщение магистрали В с атмосферой. Затем открывается впускной клапан, и сжатый воздух начинает поступать к пневмокамерам колесных тормозов трактора, приводя их в действие.

Одновременно с изменением давления на выходах из секций изменяется давление в полостях справа от мембран 10 следящих механизмов. Давление на выходах Б и В устанавливается в соответствии с положением тяги 1. Функционирование следящего механизма верхней секции при торможении аналогично изложенному выше с учетом того, что, хотя, вследствие перемещения штока 7 и увеличивается преднатяг уравнивающей пружины 6, но вместе с тем изменяется положение узла – “подвижное седло – двойной клапан” относительно седла впускного клапана 14. С перемещением этого узла влево уменьшается, вплоть до атмосферного, величина автоматически поддерживаемого давления на выходе секции управления тормозами прицепа. Работа следящего механизма нижней секции обеспечивается изменением преднатяга уравнивающей пружины 25 при движении стакана 26 вправо. Если суммарная сила давления на мембрану сжатого воздуха и возвратной пружины превысит величину преднатяга пружины 25, последняя сжима-

ется. Подвижное седло вместе с двойным клапаном перемещается влево до момента перекрытия питающей магистрали *А*. При падении давления в полости слева от мембраны пружина 25 перемещает седло и клапаны вправо и открывает впускной клапан. Этим обеспечивается однозначное соответствие между положением стакана 26 (а, следовательно, тяги 1 и педали управления тормозами) и давлением на выходе нижней секции.

При полном нажатии на педаль шток 7 перемещается до упора в регулировочный винт, а стакан 26 – до упора гайки мембраны в центральную бо-бышку корпуса секции 19. Шток 7 занимает крайнее левое положение: впускной клапан 16 закрыт, а выпускной – максимально открыт. Давление воздуха в магистрали прицепа равно атмосферному. В нижней секции впускной клапан максимально открыт, а выпускной закрыт. Давление на ее выходе *В* уравнивается с давлением в питающей магистрали *А*. При этом давление воздуха в пневматических тормозных камерах трактора и прицепа достигает наибольших значений и тракторный поезд тормозится в экстренном режиме.

При отпускании тормозной педали тяга 1 и связанные с ней рычаги 4 и 27 возвращаются в исходное положение. Шток 7 под действием пружины 6 перемещается в крайнее правое положение, закрывая выпускной клапан и открывая впускной. Сжатый воздух подается в магистраль прицепа *Б*. В нижней секции возвратная пружина, а в начальный период и сжатый воздух перемещают через мембрану и седло выпускного клапана стакан 26 в крайнее левое положение. Впускной клапан закрывается, а выпускной – открывается. Давление воздуха в магистрали тормозных камер трактора падает до атмосферного. Происходит растормаживание трактора и прицепа.

Верхняя секция крана обеспечивает срабатывание пневмопривода тормозов прицепа при торможении трактора стояночным тормозом, имеющим механический привод. Для этого рычаг ручного тормоза трактора соединен тягами с рычагом ручного привода 15 крана, установленном на конце валика 29. Валик 29 имеет кулачок, взаимодействующий со штоком 7. При перемещении рычага ручного тормоза валик 29 поворачивается по часовой стрелке. Кулачок перемещает шток 7 влево, обеспечивая срабатывания тормозов прицепа так же, как и при торможении трактора рабочими тормозами.

Для обеспечения чистоты растормаживания рычаги привода секций крана должны иметь небольшой (1...2 мм) свободный ход. А для уменьшения времени срабатывания нижней секции ограничивается (не более 5 мм) рабочий ход штока 7. Ходы регулируются ограничительными болтами, установленными в корпусе рычагов 28.

Пневматический усилитель сцепления. Для обеспечения соответствия усилия на педали выключения сцепления эргономическим требованиям в привод управления сцеплением трактора Т-150К установлен пневматический усилитель, состоящий из бесфланцевой тормозной камеры и следящего устройства, обеспечивающего подачу, выдержку и выпуск сжатого воздуха из камеры. Тормозная камера с помощью специального кронштейна закреплена слева на корпусе сцепления. Ее шток шарнирно связан с левым рычагом вил-

ки выключения сцепления. Следящее устройство (рис. 4) соединено жестко с продольной тягой механического привода управления (тяга ввернута в резьбовое отверстие переходной гайки 12) и шарнирно соединена с правым рычагом вала вилки выключения.

Следящее устройство состоит из стального цилиндрического корпуса 1 с тремя боковыми резьбовыми отверстиями. В отверстия 3 и 11 ввертываются штуцера для присоединения соответственно шлангов от пневмокамеры и питающей магистрали, а в отверстие 9 – сетчатый фильтр. В ступенчатом осевом отверстии корпуса 1 установлены клапан 2, прижатый к седлу пружиной, плунжер 8 и пружина 10. На плунжере выполнена цилиндрическая проточка, соединенная сверлениями с торцом плунжера, обеспечивающая связь отверстий 3 и 9. В кольцевые проточки плунжера установлены резиновые манжеты 4. Зазор $1,8 \pm 0,1$ мм между клапаном и торцом плунжера устанавливается вращением регулировочной гайки 5, и фиксируется контргайкой 6. В проточке регулировочной гайки установлен сальник. В проточке регулировочной гайки установлен сальник.

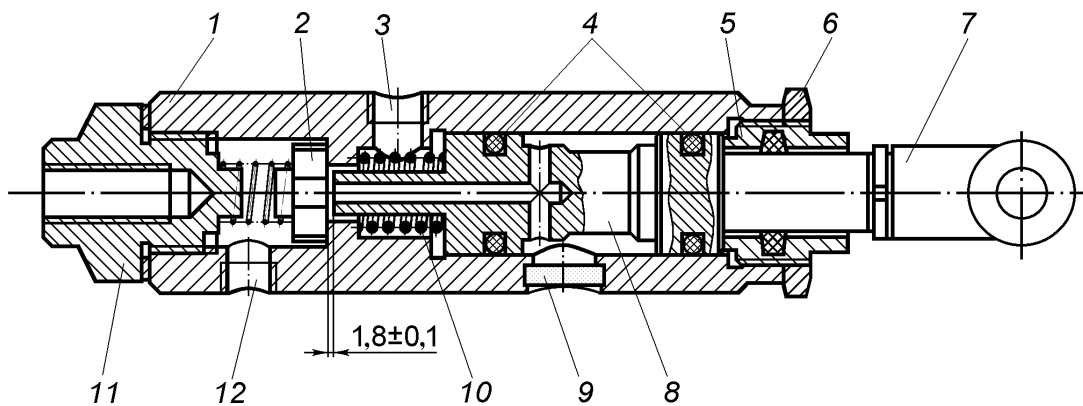


Рис. 4. Следящее устройство

При нажатии на педаль управления сцеплением усилие через продольную тягу, переходную гайку 12, корпус 1, пружину 10, плунжер 8, вилку 7 и правый рычаг поворачивают вал вилки выключения, перемещая отводку вперед до ее соприкосновения с упорным кольцом. При дальнейшем нажатии на педаль пружина 10 сжимается и корпус 1 начинает перемещаться на плунжере 8.

При этом торец плунжера, упираясь в клапан 2, перекрывает сообщение пневмокамеры через отверстия 3 и 9 с атмосферой и открывает клапан. Сжатый воздух, подведенный в полость корпуса через отверстие 11, поступает через открывшийся клапан к отверстию 3 и по шлангу в рабочую полость пневматической камеры. Шток камеры начинает перемещать левый рычаг вала вилки выключения с усилием, достаточным для выключения сцепления. При продолжении воздействия на педаль управления сначала выключается сцепление, а затем включается в работу тормозок, останавливая вал сцепления. Если остановить педаль в промежуточном положении, что соответствует остановки корпуса 1, то пневмокамера поворачивает вал вилки

выключения до момента, когда правый рычаг и связанный с ним плунжер 8 займут положение, при котором клапан 2 садится на седло и прекращает подачу сжатого воздуха, а торец плунжера еще не отошел от клапана. Имеющийся в камере воздух оказывается запертым при фиксированном давлении и объеме, что в свою очередь обеспечивает фиксацию отводки в заданном положении до тех пор, пока мы не изменим положение педали.

После прекращения воздействия на педаль, пружина 10 перемещает корпус 1 относительно плунжера 8 в исходное положение, когда клапан 2 закрыт, торец плунжера отходит от клапана и через образовавшийся зазор и сверления в плунжере сжатый воздух из пневмокамеры выходит в атмосферу через отверстие 9. При этом сначала растормаживается тормозок, а затем включается сцепление. Величина зазора между клапаном 2 и торцом плунжера 8 обеспечивает плавное снижение давления в пневматической камере (за счет дросселирования воздуха), и, следовательно, необходимый темп включения сцепления даже при так называемом “броске педали”.

3. Приборы подготовки и транспортировки сжатого воздуха

Устройства подготовки и транспортировки рабочего тела предназначены для получения и накопления необходимого количества сжатого воздуха, требуемых давления и чистоты, а также его подвода к потребителям. Другими словами это устройства обеспечения элементов пневмопривода энергосителем, с требуемыми количественными и качественными параметрами.

Воздушный компрессор. Компрессор - устройство для преобразования механической энергии двигателя в энергию сжатого газа (воздуха). По способу получения сжатого воздуха компрессоры могут быть трех типов:

- объемные (поршневые и ротационные), в которых сжатие воздуха происходит при уменьшении замкнутого объема;
- лопаточные (центробежные и осевые), в которых сжатие газа происходит вращающимися лопатками;
- струйные (инжекторы), в которых нагнетание газа осуществляется за счет трения с увлекающим потоком газа или жидкости.

В пневмосистемах тракторов наиболее широкое применение нашли объемные поршневые компрессоры, рабочий цикл которых состоит из фаз всасывания, сжатия и вытеснения воздуха в напорную пневмолинию. В автотракторостроении принято классифицировать компрессоры в зависимости от подачи, максимального рабочего давления, конструкции механизмов привода компрессора, размещения органов воздухораспределения и способов смазки, охлаждения и воздухоподачи. Компрессоры работают на переменных режимах, их номинальная подача колеблется от 1 до 7 дм³/с при рабочем давлении 0,5...1 МПа, что обеспечивается одноступенчатым сжатием. Привод компрессора осуществляется, как правило, от ДВС посредством клино-

ременной, зубчатой и реже цепной передачи. В зависимости от размещения органов воздухораспределения различают компрессоры с прямоточным и непрямочным движением воздуха. В компрессорах с непрямочным движением воздуха впускной и выпускной органы расположены в цилиндре в зоне ВМТ, а в прямоточном - впускной орган располагается в зоне НМТ.

Питание воздухом может осуществляться через воздушный фильтр двигателя или автономный фильтр компрессора. Смазка трущихся деталей компрессора производится от системы смазки двигателя трактора или индивидуальной системы. В последнем случае смазка может быть или с помощью встроенного насоса (плунжерного или шестеренного) или только разбрызгиванием из масляной ванны картера компрессора. Охлаждение компрессора может быть воздушным или жидкостным, объединенным с системой охлаждения двигателя.

Типоразмерный ряд автотракторных компрессоров стандартизирован: в зависимости от потребной производительности применяются одно- или двухцилиндровые компрессоры (ГОСТ 13670 и ГОСТ 13669). Для предотвращения длительной непрерывной работы компрессора и частых его включений, а также для поддержания давления в системе при случайных увеличениях расхода воздуха, массовая подача компрессора принимается в 4 – 6 раз больше массового расхода воздуха при торможении.

Пневматический привод не является абсолютно герметичным: падение давления воздуха при неработающем компрессоре допускается не более чем на 0,03 МПа от номинального значения в течение 30 минут при свободном положении органов управления или в течение 15 минут при полном их приведении в действие. Как показывают исследования, величина утечек сжатого воздуха в реальных условиях эксплуатации не превышает 10% от массовой производительности компрессора.

Одноцилиндровые компрессора воздушного охлаждения находят широкое применение на тракторах класса 0,6 – 2, в которых сжатый воздух расходуется, главным образом, на питание и приведение в действие тормозной системы прицепов. Так на тракторах Т-28Х4М, Т-55, МТЗ-80 и их модификациях применяются унифицированные одноцилиндровые компрессоры воздушного охлаждения с приводом от шестерни топливного насоса через подвижную промежуточную шестерню на шестерню коленчатого вала компрессора. Масло для смазки трущихся деталей поступает из системы смазки двигателя через отверстия в картере и коленчатом вале компрессора, а сливается в картер двигателя самотеком. На тракторе ЮМЗ-6 и его модификациях привод компрессора клиноременный и осуществляется от шкива вентилятора.

Уровень унификации в тракторных одноцилиндровых компрессорах составляет 77%.

На колесных тракторах класса 3 и выше (Т-150К, К-701) применяются двухцилиндровые компрессоры водяного охлаждения с клиноременным или шестеренным приводом. Компрессор тракторов К-700/701 (рис. 5) получает вращение от вала привода вентилятора системы охлаждения двигателя кли-

норенной передачей на одноручьевой шкив 5, закрепленный на конической шейке коленчатого вала 3 компрессора. Крутящий момент от шкива на коленвал передается сегментной шпонкой. Коленчатый вал с двумя кривошипами установлен в чугунном картере 1 на двух шарикоподшипниках 4 и 16, закрытых передней 2, с сальниковым уплотнением, и задней 17, с резьбовым отверстием, крышками.

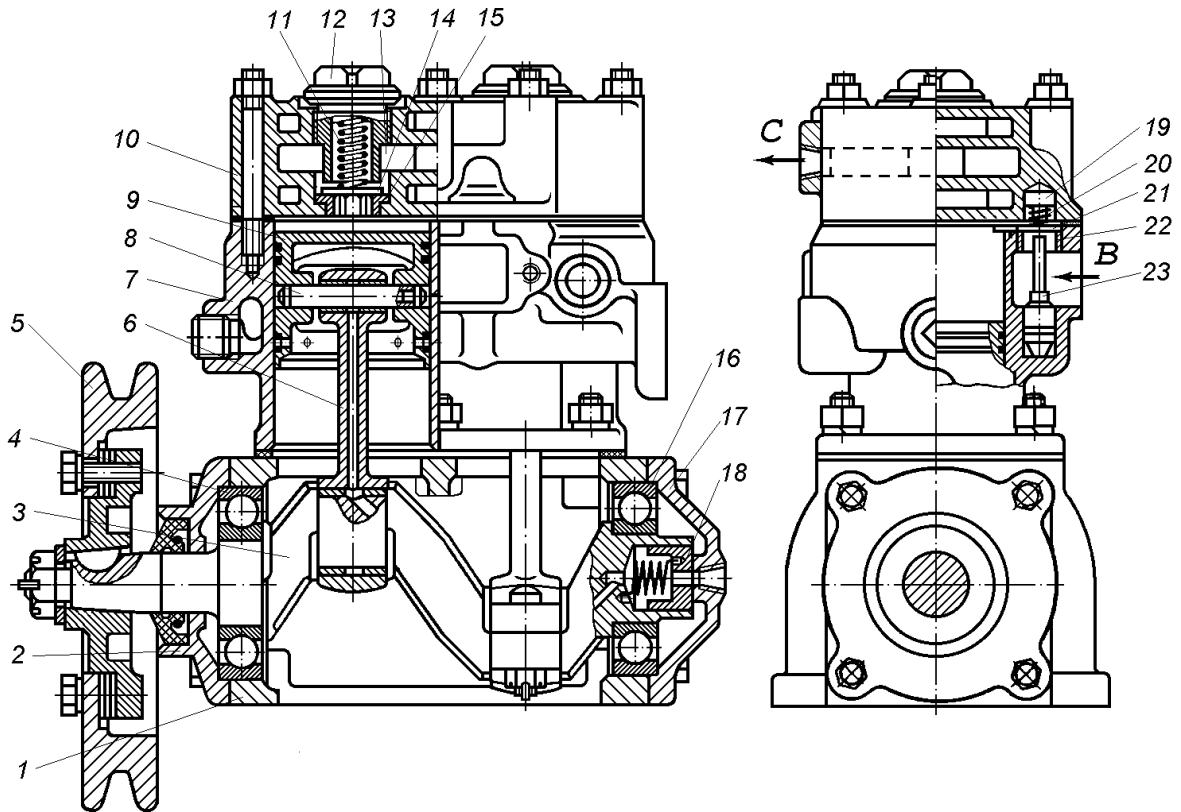


Рис.5. Компрессор

Блок цилиндров 7 отлит из чугуна и закреплен шпильками на картере. Между корпусом и картером находится паронитовая прокладка. В верхней части блока в полости 24 имеются два впускных пластинчатых клапана 21, прижатых к седлу 22 пружинами 20, установленных на направляющих 19. Под клапанами находится разгрузочное устройство, состоящее из плунжеров 28 с уплотнительными кольцами 26, штоками 23 и коромысла 25 с отжимной пружиной 27.

В головке 10 над каждым цилиндром расположены стальные пластинчатые выпускные клапаны 14, прижатые пружинами 11 к седлам 15. Камера 13 выпускных клапанов сообщается с воздушными баллонами и регулятором давления.

В цилиндрах компрессора установлены чугунные поршни 8 с двумя компрессионными и одним маслосъемным кольцами. Поршень соединяется с шатуном 6 поршневым пальцем 9 плавающего типа с заглушками из алюминиевого сплава. В верхнюю головку шатуна запрессована бронзовая втулка, а нижняя разъемная с биметаллическими вкладышами. В теле шатуна сделан канал для смазки поршневого пальца.

Смазка деталей компрессора комбинированная. Масло поступает из системы смазки двигателя по трубке, закрепленной в задней крышке картера, и через уплотняющее устройство 18 подается в каналы коленчатого вала на шатунные подшипники. По отверстиям в шатунах масло подводится к верхним головкам. Выдавливаемое из шатунных подшипников масло разбрызгивается и смазывает стенки цилиндров и коренные шарикоподшипники. Стекающее со стенок цилиндров и других деталей масло собирается в поддоне и сливается в картер двигателя.

Вода из системы охлаждения двигателя подается в рубашку охлаждения блока цилиндров компрессора, а отводится из головки 10.

При движении поршня вниз над ним в цилиндре создается разрежение и поступающий в компрессор воздух, очищенный в воздухоочистителе двигателя, преодолевает силу пружины 20, приподнимает впускной пластинчатый клапан и устремляется в цилиндр. При движении поршня вверх воздух сжимается, преодолевая сопротивление пружины 11 нагнетательного клапана, отрывает его от седла и в образовавшиеся щели поступает в камеру 13 выпускных клапанов и в пневмосистему трактора. Когда давление в пневмосистеме достигает 0,7 МПа, сжатый воздух через *регулятор давления* и канал 29 начинает поступать к плунжерам 28 и поднимает их, открывая впускные клапаны 21 обоих цилиндров. Воздух свободно перетекает из цилиндра в цилиндр и тем самым прекращается его подача в пневмосистему. При понижении давления в системе до 0,55 МПа, регулятор прекращает подачу сжатого воздуха к плунжерам. Они под воздействием возвратной пружины 27 опускаются, освобождая впускные клапана. Компрессор вновь начинает нагнетать воздух.

Необходимо отметить, что одноцилиндровые и зарубежные двухцилиндровые автотракторные компрессоры, как правило, не имеют разгрузочных устройств, и излишки воздуха через регулятор давления выпускаются (сравливаются) в окружающую среду. Это объясняется стремлением снизить ударные нагрузки на детали компрессора при возобновлении подачи воздуха. На дорогих моделях привод компрессора осуществляют через гидромуфту, управляемую бортовым компьютером, обеспечивающую его плавное включение, полное выключение и поддержание оптимальной частоты вращения.

На рис. 6 представлена конструкция регулятора давления трактора К-701, устанавливаемого непосредственно на блоке цилиндров компрессора. Регулятор состоит из верхнего 4 и нижнего 1 корпусов, отлитых из алюминиевого сплава. Вход А соединен трубопроводом с компрессором и питаю-

щей магистралью пневмосистемы. Сжатый воздух поступает через металлокерамический фильтр 2 в полость *Б*. Из нее по сверлениям в корпусах воздух проходит в полость *Е* под мембраной 3 и, через фигурные прорезы в гайке 11 и зазор между ней и пробкой 10, в полость *В* над двойным клапаном 9. Отверстие в корпусе постоянно сообщает полость *Д* с атмосферой. Полости *Г*, *И* и *Ж* связаны между собой сверлениями в корпусах. Кроме того полость *Ж* через фильтр и канал 3 сообщается с разгрузочным устройством компрессора. Основная функция регулятора - автоматическое управление разгрузочным устройством, то есть подача сжатого воздуха в канал 3 или сообщение его с атмосферой при достижении давлением воздуха в системе установленных значений. Ее выполнение осуществляют клапанный и следящий механизмы, которые обеспечивают попеременную связь полости *Ж* через межклапанную полость *Г* с полостями *В* или *Д*.

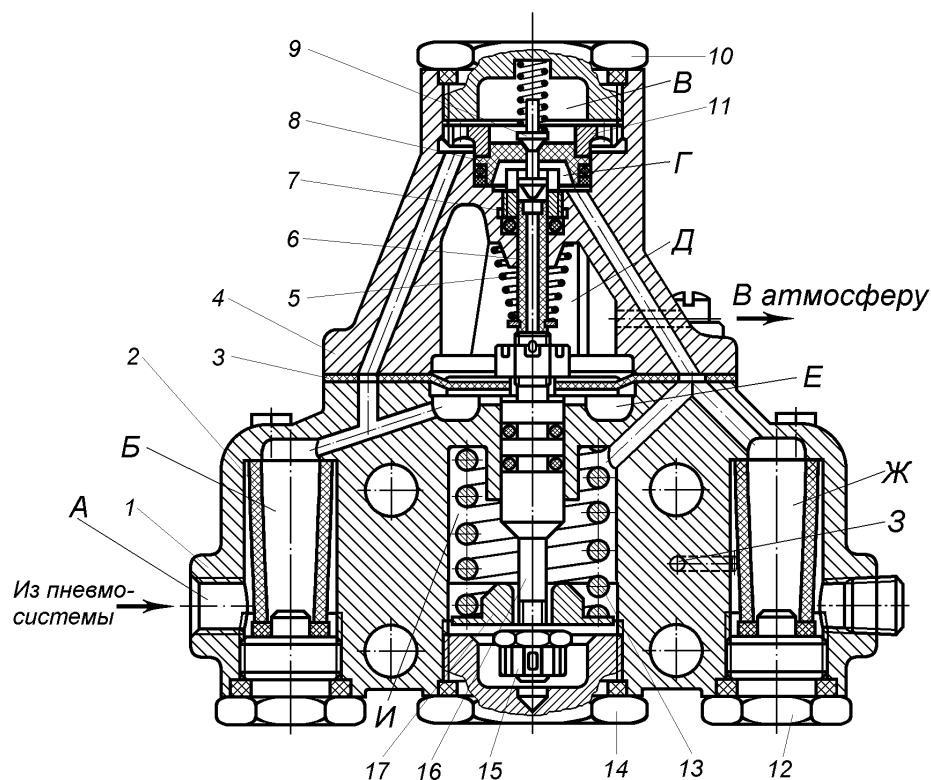


Рис. 6. Регулятор давления

Металлический двойной клапан 9 имеет пластмассовые седла: неподвижное впускное 8 и подвижное выпускное 6. Клапан прижимается к седлам пружиной, надетой на свободный конец стержня клапана и установленной в глухое отверстие пробки 10. Седло впускного клапана зафиксировано в верхнем корпусе фигурной гайкой 11. Выпускной клапан и его подвижное седло имеют общую направляющую – резьбовую втулку 7. Седло выпускного клапана выполнено в верхней части полого стержня, прижимаемого конической пружиной 5 к штоку 16 следящего механизма.

Клапанный механизм имеет два основных положения, соответствующие

щих режимам работы разгрузочного устройства компрессора, и одно промежуточное. При давлении в системе ниже максимального рабочего впускной клапан закрыт, а выпускной открыт. Межклапанная полость Γ сообщена с полостью Δ и атмосферой, следовательно и давление в полости $\mathcal{Ж}$ и канале 3 равно атмосферному. Если же давление в системе превышает максимальное рабочее, а вслед за тем не опускается ниже минимально допустимого рабочего давления то открыт впускной клапан и закрыт выпускной. Давление в межклапанной полости и, соответственно, канале 3 приблизительно равно давлению в пневмосистеме. Промежуточное положение, когда оба клапана закрыты, соответствует переходному режиму работы регулятора.

Следящий механизм регулятора состоит из чувствительного элемента – мембраны 3, служащей одновременно уплотнением между корпусами, и упругого элемента – цилиндрической пружины 13. Мембрана связана с пружиной штоком 16 и тарельчатой шайбой 17. Шток может перемещаться в цилиндрической направляющей нижнего корпуса. Для предотвращения сообщения полостей E и I в проточки штока установлены кольцевые резиновые уплотнения. Предварительный натяг пружины определяет величину давления воздуха в полости E , при котором мембрана начинает перемещаться, воздействуя на подвижное седло двойного клапана. Изменение преднатяга осуществляется регулировочной гайкой 15.

Следящий механизм непосредственно управляет положением седла 6 двойного клапана. Если сила давления воздуха на мембрану меньше суммарной силы преднатяга пружин 13 и 5, то шток 16 и седло 6 находятся в крайнем нижнем положении, соответствующем открытому выпускному и закрытому впускному клапанам. Возрастание величины давления сжатого воздуха заставляет мембрану перемещаться вверх, преодолевая увеличивающееся сопротивление пружин и толкая торцом штока 16 седло выпускного клапана. До момента посадки седла на выпускной клапан межклапанная полость Γ и постоянно сообщающиеся с ней полости I , $\mathcal{Ж}$ и канал 3 связаны с полостью Δ и атмосферой. После закрытия выпускного клапана дальнейшему перемещению мембраны и связанных с ней элементов дополнительное сопротивление оказывают клапанная пружина и давление сжатого воздуха в полости B на впускной клапан. В этот момент полость Γ изолирована от полостей B и Δ , но давление в ней остается равным атмосферному. При дальнейшем повышении давления в пневмосистеме мембрана перемещает систему шток – седло 6 – двойной клапан вверх и открывает впускной клапан. Сжатый воздух из полости B поступает в полости Γ , I , $\mathcal{Ж}$ и канал 3, включая в работу разгрузочное устройство компрессора. При этом увеличивается активная площадь мембраны, вследствие выравнивания давлений в полостях E и I , воздействующих на утолщение штока 16. Поэтому возврат двойного клапана в исходное положение происходит при падении давления сжатого воздуха в пневмосистеме до величины меньшей, чем давление открытия впускного клапана.

Ресиверы. Ресиверы, иногда их еще называют воздушными баллонами, служат для аккумуляирования энергоносителя, т.е. скапливание сжатого воздуха в специальных сосудах. Объем отдельно взятого ресивера ограничен требованиями безопасной эксплуатации: произведение давления воздуха в ресивере в МПа на его объем в куб. дециметрах, характеризующее потенциальную энергию сжатого газа, не должно превышать $20 \text{ МПа} \cdot \text{дм}^3$. На тракторы К-701, Т-150К и МТЗ устанавливаются унифицированные ресиверы емкостью двадцать литров. Как уже отмечалось, суммарный объем ресиверов трактора, определяется из положения, что при неработающем компрессоре остаточное давление воздуха в пневмосистеме после восьми торможений должно составлять не менее половины величины давления, измеренного после первого торможения. Кроме того, необходимо учитывать, что объем ресиверов влияет на выбор типа компрессора: при больших объемах требуется компрессор большей производительности и, следовательно, с большей потребляемой мощностью. Поэтому, в зависимости от расхода сжатого воздуха потребителями, пневмосистема имеет от одного до трех ресиверов.

Основное назначение ресивера – сглаживание колебаний давления, вызываемых пульсирующей подачей и прерывистым расходом. Они служат также для охлаждения воздуха и отделения капель масла и влаги. Если влага, попадающая и конденсирующаяся как в ресивере, так и других элементах пневмопривода, выполняет только отрицательные функции: ускоряет коррозию и при замерзании препятствует нормальному функционированию пневмопривода, то пары масла, наряду с отрицательными, содержат, по крайней мере, для металлических деталей, и положительную – образуя своеобразное антикоррозионное покрытие из масляной пленки и прилипших к ней механических частиц на внутренних стенках.

Как правило, ресивер состоит из трех, изготовленных из листовой стали и сваренных между собой частей: цилиндрической обечайки и двух штампованных выгнутой днищ. В отверстия днищ и обечайки вварены бобышки с внутренней резьбой для присоединения трубопроводов, клапанов (предохранительных, обратных и слива конденсата) и других пневмоаппаратов. Проверка герметичности и качества изготовления осуществляется гидроопрессовкой давлением, превышающим номинальное не менее чем в 1,5 раза.

4. Клапаны и соединительные головки

Периодическое, не реже одного раза в смену, удаление конденсата из ресивера осуществляется через специальный клапан, ввертываемый в нижнюю бобышку и имеющий ручной или автоматический привод. На рис. 7,а представлены конструкции клапанов для слива конденсата с ручным управлением и шаровым (слева) и пластинчатым (справа) клапанами. Клапан 3

прижимается к седлу, которое может быть выполнено как в корпусе 1, так и в пробке 4, пружиной 2 и давлением сжатого воздуха. Установка пружины необходима для обеспечения герметичности клапанного узла при начале процесса заполнения системы. Верхний торец пружины левого клапана упирается в опорную шайбу, зафиксированную разрезным пружинным кольцом (на рисунке не обозначены).

Для слива конденсата достаточно потянуть за кольцо, устанавливаемое в отверстие рычага 5 или штока клапана 6. При повороте рычага приваренный к нему толкатель приподнимает шарик над седлом и выпускает конденсат. Открытие резинового пластинчатого клапана осуществляется его наклоном в месте со штоком 6. В связи с этим отверстие в пробке 4 имеет конический раструб.

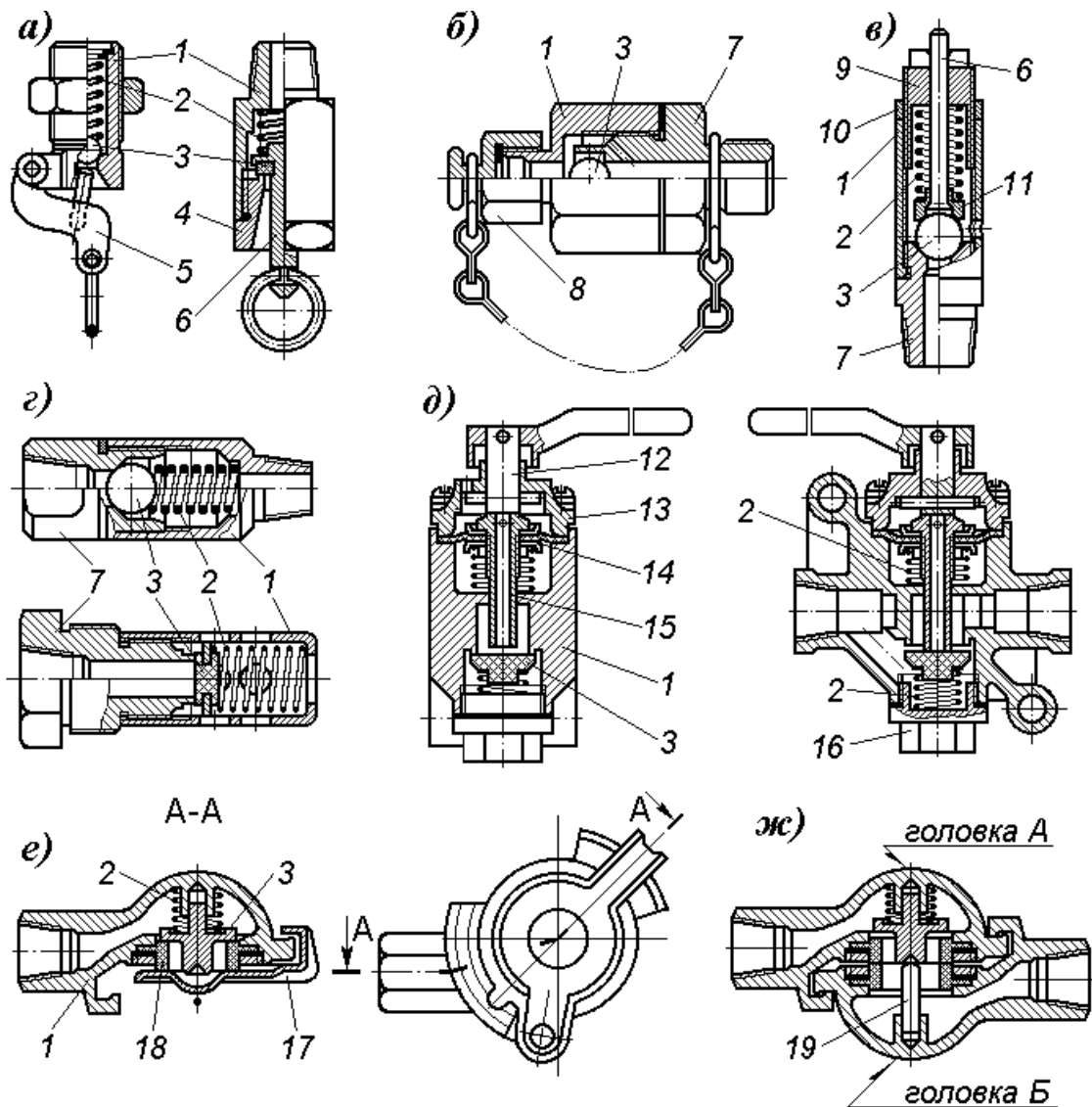


Рис. 7. Клапаны и соединительные головки

Конструкция обоих клапанов не исключает возможности их примерзания в холодный период года. В этом плане более работоспособен шаровой клапан, как менее склонный к повреждению. Герметичность резьбовых соединений клапанов с бобышками ресивера обеспечивается стандартными приемами: применение конической резьбы, уплотнительных колец или затяжкой контргайками.

Для выполнения требований об отключении неисправной (имеющих утечки энергоносителя) части пневмопривода от исправной и обеспечения работоспособности последней подключение ресиверов должно осуществляться через специальные защитные приборы. Наиболее простыми из них являются обратные клапаны, пропускающие сжатый воздух только в одну сторону. Конструкция обратного клапана шарового типа (рис. 7,з, вверху) предусматривает его установку снаружи ресивера. Поэтому при низких температурах не исключена возможность замерзания конденсата, накопленного в полости между корпусом 1 и штуцером 7. Это приводит к прекращению подачи сжатого воздуха от компрессора в систему. Следует отметить, что именно в обратных клапанах часто применяют резиновые или обрезиненные шаровые клапаны в сочетании с металлическим седлом.

Корпус 1 обратного клапана пластинчатого типа (рис. 7,з, внизу) устанавливается внутрь ресивера. Перфорация цилиндрической поверхности корпуса исключает накопление конденсата, который беспрепятственно стекает через отверстия.

Работают обратные клапаны следующим образом: клапан открыт, если сила давления на клапан поступающего воздуха больше, чем противодействующая суммарная сила сжатия пружины и давления воздуха в ресивере. В противном случае клапан закрыт. Он остается в закрытом состоянии до тех пор, пока не будет обеспечено условие открытия или за счет падения давления в защищаемой части пневмосистемы, и/или роста давления на входе.

Установка обратных клапанов позволяет сохранить давление в ресиверах, питающих исправные части пневмосистемы, но не предотвращает утечек воздуха через поврежденный участок. Поэтому пневмосистему разбивают на контуры, сообщаемые друг с другом через защитные клапаны или сочетание обратных и установленных перед ними разобщительных клапанов, выполняющее ту же функцию: отключение неисправных участков. Кроме того, разобщительные клапаны устанавливаются для облегчения соединения соединительных головок тягача и прицепа, а на тракторе К-701 и в качестве клапана отбора воздуха для внешних потребителей.

Конструкция разобщительного клапана пластинчатого типа с мембранным следящим устройством представлена на рис. 7,д. В нижней полости корпуса 1 установлен двойной плоский тарельчатый клапан 3, прижимаемый пружиной 2 к подвижному 15 и/или неподвижному, выполненному непосредственно в корпусе, седлам. Подвижное седло жестко связано с мембраной 14 и соединяет полость над клапаном через надмембранную полость и отверстие в крышке 13 с атмосферой. Мембрана постоянно поджата пружи-

ной к толкателю 8. В крышке сделано углубление под штифт толкателя. Это обуславливает два фиксированных вертикальных положения толкателя и, следовательно, связанных с ним подвижных элементов прибора, определяющих ими режимов работы разобщительного клапана: “закрыто” – “открыто”. В верхнем положении (рисунок справа) подвижное седло поднято над тарельчатым клапаном, ход которого меньше хода толкателя. Клапан плотно сидит на неподвижном седле и перекрывает сообщение входной и выходной полостей. Последняя при этом через седло клапана 15 сообщается с атмосферой. Это положение соответствует режиму “закрыто”.

При повороте рукоятки толкателя штифт выходит из углубления в крышке и перемещает толкатель и связанные с ним подвижные детали вниз. Седло 15 прижимается к клапану, прерывая сообщение выходной полости с атмосферой. При дальнейшем повороте рукоятки перемещение толкателя и подвижного седла приводит к отрыву тарельчатого клапана от неподвижного седла и сообщению входной и выходной полостей между собой, т.е. обеспечивает режим работы “открыто”. После поворота рукоятки на девяносто градусов происходит фиксация штифта толкателя и самого толкателя в этом режиме.

Для защиты ресиверов и пневмосистемы в целом от чрезмерного роста давления при выходе их строя регулятора давления или резком повышении температуры окружающей среды в каждый контур системы оборудуют предохранительным клапаном. Обычно их устанавливают на ресиверах, питающих соответствующие контуры. Конструкция предохранительного клапана со сферическим (шариковым) клапанным узлом, применяемого в пневмосистемах тракторов К-701 и Т-150К, представлена на рис. 7,в. Корпус 1 изготовлен в виде полого цилиндра с внутренней резьбой и круглым отверстием в нижней части. С одного конца в него ввернут штуцер 7 с седлом для клапана 3, с другого – регулировочный винт 9. В теле винта просверлено сквозное ступенчатое отверстие, через которое проходит шток 6, а в расточку вставлена пружина 2. Пружина прижимает к седлу шариковый клапан через специальную шайбу 11, зафиксированную в радиальном положении штоком 6, нижний конец которого расклепан. Это позволяет использовать предохранительный клапан для принудительного сброса давления в системе. Для этого необходимо потянув за шток сжать пружину и освободить шариковый клапан. Регулировочный винт позволяет регулировать давление срабатывания клапана изменением предварительного сжатия пружины 2. Обычно клапан открывается при давлении в ресивере 0,95...1,05 МПа, а закрывается при понижении давления до 0,8...0,9 МПа.

Для питания пневмосистемы от внешнего источника сжатого воздуха при неработающем двигателе на трактор устанавливают буксирный клапан (рис. 7,б). Клапан пропускает воздух только в одном направлении – в пневмосистему трактора. Он состоит из корпуса 1 специального штуцера 7 и резинового шарика-клапана 3, которые образуют своеобразный сдвоенный клапан. Так при давлении в системе трактора, превышающем давление на

входе, клапан прижимается к седлу в корпусе, препятствуя утечки воздуха. Если же давление на входе выше давления воздуха в системе, то клапан перекрывает центральное отверстие штуцера 7, но сжатый воздух проходит в него через наклонные сверления. Это позволяет при буксировке запитывать систему трактора сжатым воздухом от магистрали управления тормозами прицепа тягача.

Для подачи сжатого воздуха через буксирный клапан на приемный резьбовой конец корпуса навинчивают шланг. Для предотвращения случайных утечек воздуха и загрязнения клапана при штатных режимах движения приемный конец закрывается специально пробкой 8, которая в свою очередь прикреплена к буксирному клапану ушками и цепочкой (на рисунке не обозначены).

Соединительные головки предназначены для подачи сжатого воздуха и управляющих сигналов в пневматическую систему прицепа из пневмосистемы трактора с целью обеспечения энергоносителем потребителей и синхронности торможения. Конструкция соединительных головок однотипна, а присоединительные размеры и места установки на тягачах и прицепах стандартизованы. Обычно их устанавливают совместно с разобщительным краном на тракторах (рис. 1, поз. 6 и 7) сзади, а на прицепах спереди и сзади, что обеспечивает создание многосвязных тракторных поездов. Корпуса 1 соединительных головок (рис. 7, *е* и *ж*) представляют собой пустотелую отливку, обычно из ковкого чугуна, имеющую противоположно расположенные скобу и выступ. В центре сферической части корпуса имеется бобышка с отверстием под хвостовик обратного клапана 3 или толкатель 19. Тарелка обратного клапана пружиной 2 прижимается к резиновому уплотнителю 18, зажатому в выточке корпуса через прокладку кольцевой гайкой. Соединительная головка с клапаном (головка *А*) жестко закрепляется сзади трактора или прицепа, а головка с толкателем (головка *Б*) – спереди прицепа к гибкому присоединительному шлангу. Для предохранения головок от попадания пыли и грязи при расцепленной магистрали они закрываются защитной крышкой 17, изготовленной из пластмассы или стали.

Чтобы соединить головки защитные крышки отводятся до предела в сторону. Подвижная головка *Б* накладывается на неподвижную так, чтобы соприкасались уплотнители, и поворачивается до тех пор, пока выступ одной не войдет в паз скобы другой до упора. Фиксация головок от случайного рассоединения обеспечивается наличием специальных углублений в пазах скоб и приливов на выступах. При соединении головок (рис. 7, *ж*) толкатель 19 головки *Б* входит в сферическую выемку стержня клапана головки *А*, отрывает его от уплотнителя, открывая проход сжатому воздуху в обе стороны.

В соединенном положении головки находятся под углом друг к другу. Поэтому при случайном раскрытии тягово-сцепных устройств шланг, вытягиваясь, поворачивает головку *Б*, вследствие этого магистрали разъединяют-

ся без разрыва соединительного шланга. При этом обратный клапан головки *A* закрывается, препятствуя утечки сжатого воздуха из пневмосистемы тягача.

5. Система регулирования давления воздуха в шинах

Для сельскохозяйственных тракторов давление воздуха в шинах определяет не только воздействие движителей на опорную поверхность, регламентированное агротехническими требованиями, но и несущую способность и потери на качение шин. С ростом, в определенных пределах, давления увеличивается несущая способность (допускаемая нагрузка) и давление шин на почву, и в тоже время уменьшаются потери на качение, особенно при движении с высокими скоростями. Это предопределяет необходимость оборудования тракторов устройствами удобного регулирования и контроля давления воздуха в шинах, позволяющими:

- обеспечивать оптимальное давление движителей на почву в зависимости от ее состава и состояния;
- продолжать движение трактора до машинного двора без смены колеса в случае прокола камеры;

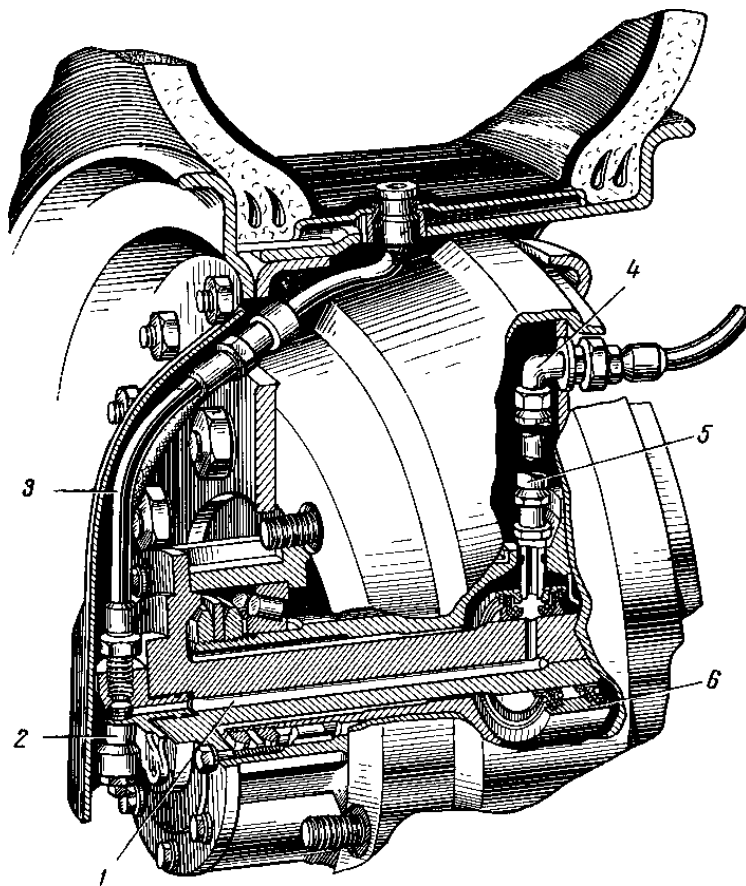


Рис. 8. Схема подвода воздуха к шине колеса

- осуществлять постоянное наблюдение за давлением в шинах и снижать или повышать его при отклонении от нормы, в том числе автоматически.

Система регулирования давления воздуха в шинах включает кран управления давлением; головки подвода воздуха к шинам колес, устанавливаемых на каждой полуоси; шинные краны запора воздуха; воздушный манометр и трубопроводы. Воздух из пневмосистемы трактора через кран управления, расположенный в кабине, трубопроводы и фитинги подается в шины колес.

Одна из схем подвода воздуха к шине колеса (автомобильного типа) через полуось показана на рис. 8. На

шейку полуоси устанавливается головка 6, обеспечивающая подвод воздуха на вращающуюся полуось от крана управления через шланг 5. Фиксация шланга и его соединение с магистралью осуществляется угольником 4. В полуоси выполнен канал 1 для подвода воздуха через шинный кран 2 и шланг 3 к вентилю шины. В этом случае золотниковое устройство в вентиль не устанавливается.

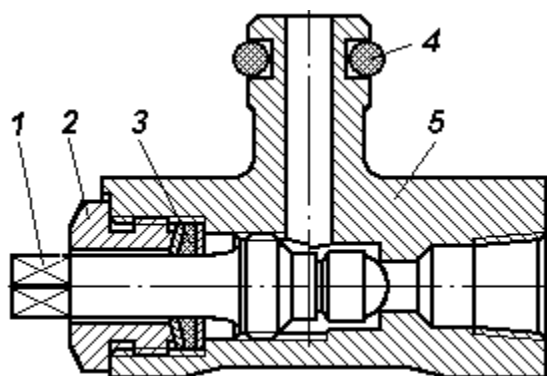


Рис. 9. Шинный кран

имеет резиновый сферический клапан, перекрывающий выходное отверстие. Уплотнение хвостовика пробки осуществляется сальником 3, установленным в корпусе между двумя стальными шайбами и зажатым гайкой 2. При сборке

зажимать гайку с большим усилием не рекомендуется, так как это ведет к разрушению резиновых деталей.

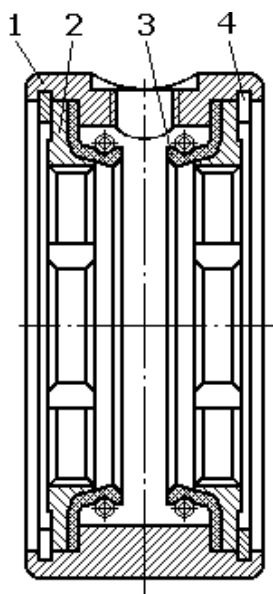


Рис. 10. Головка подвода воздуха

зажимать гайку с большим усилием не рекомендуется, так как это ведет к разрушению резиновых деталей. Наибольшую техническую сложность в системах централизованного регулирования давления воздуха в шинах представляет узел передачи сжатого воздуха на вращающиеся детали, лимитирующий работоспособность системы. На рис. 8 сообщение пневматической шины с воздушной магистралью осуществляется через канал 1 во вращающейся полуоси, который радиальным сверлением связан с полостью головки подвода воздуха 6. Конструктивное исполнение головки представлено на рис. 10. Между корпусом 1 и крышками 2 зажаты сальниковые уплотнения 3. В корпусе выполнены проточки под разрезные стопорные кольца 4. Расстояние между проточкой и кольцевой опорной плоскостью позволяет при сборке создать необходимую деформацию сальника, предотвращающую утечки воздуха через соединение. На полуоси выполняется полированная шейка, которая в пределах срока службы также обеспечивает достаточную герметичность пары соединительная головка – полуось.

Для предотвращения падения давления воздуха в шинах при длительных стоянках трактора, вследствие естественных утечек в системе, на каждое колесо устанавливают шинные краны (рис. 9). Корпус крана 5 винтами крепится к фланцу полуоси. Герметизация соединения кран – воздушный канал осуществляется резиновым уплотнительным кольцом 4. Пробка крана 1

Наибольшую техническую сложность в системах централизованного регулирования давления воздуха в шинах представляет узел передачи сжатого воздуха на вращающиеся детали, лимитирующий работоспособность системы. На рис. 8 сообщение пневматической шины с воздушной магистралью осуществляется через канал 1 во вращающейся полуоси, который радиальным сверлением связан с полостью головки подвода воздуха 6. Конструктивное исполнение головки представлено на рис. 10. Между корпусом 1 и крышками 2 зажаты сальниковые уплотнения 3. В корпусе выполнены проточки под разрезные стопорные кольца 4. Расстояние между проточкой и

6. Уход за приборами пневмосистемы

Уход за приборами пневмосистемы трактора состоит в периодическом осмотре, очистке от грязи, проверки герметичности (на слух, с помощью мыльной эмульсии или ультразвукового индикатора) в расторможенном и заторможенном положениях, подтяжке крепления и проверке состояния резиновых защитных элементов. При наличии утечек в разъемах и резьбовых соединениях пневмоаппаратов производится их затяжка или замена уплотнителей. Для повышения герметичности допускается применение специальных веществ – герметиков или маслостойкого клея.

Все производители пневмоаппаратуры выпускают ремонтные комплекты запасных частей (включающие все резиновые и пластмассовые детали, стопорные кольца и пружины, а также наиболее изнашиваемые металлические детали: клапаны, втулки, вкладыши и т.п.), необходимые для восстановления работоспособности пневмоприборов.

Подвижные детали пневмоаппаратов при ремонте смазываются несмываемыми нерастворимыми консистентными смазками ЦИАТИМ-221 или Моликот-55М, рабочий диапазон температур которых (от –50 до +150 °С) отвечает климатическим условиям России.

7. Развитие конструкций пневмосистем

Характерной особенностью развития конструкций перспективных моделей сельскохозяйственных тракторов является повышение их комфортабельности и экологичности за счет использования пневматических упругих элементов подвески в ходовых системах гусеничных тракторов и систем централизованного регулирования давления воздуха в колесных движителях. Установка пневмоэлектрических и пневмогидравлических систем управления агрегатами силовой передачи трактора и рабочего оборудования существенно повышает эргономичность конструкций.

Литература

1. Агрегаты пневматических систем летательных аппаратов/ Под ред. Н. Т. Романенко - М.: Машиностроение, 1976. - 176 с.
2. Гуревич Л. В., Меламуд Р. А. Пневматический тормозной привод автотранспортных средств: Устройство и эксплуатация. - М.: Транспорт, 1988. - 223 с.
3. Ксенович И. П., Парфенов А. П., Либчис С. Е. Сельскохозяйственные тракторы нетрадиционных компоновок. / Под ред. И. П. Ксеновича. - Мн.: ПК ООО "Полибиг", 1998. - 209 с.