

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

С.И. Головин  
А.А. Жосан  
М.М. Ревякин

# Устройство автомобиля

Часть 5 Пневматические тормозные системы



УДК 62-97/-98  
ББК 39.33-01

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

Рецензенты:

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

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

Г61 Устройство автомобиля. Часть 5 Пневматические тормозные системы / С.И. Головин, А.А. Жосан, М.М. Ревякин – Орел: Орловский ГАУ, 2018. – 133 с.

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

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

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	6
1 Пневматические тормозные системы грузовых автомобилей, автобусов и прицепной техники .....	8
1.1 Конструкция и принцип работы пневматической тормозной системы автомобиля тягача .....	9
1.1.1 Пневматическая тормозная система и её работа .....	9
1.1.1.1 Конструктивная схема пневматической системы торможения .	12
1.1.1.2 Работа тормозной системы автопоезда .....	15
1.1.2 Приборы подготовки, хранения сжатого воздуха и системы защиты от его утечек.....	16
1.1.2.1 Мокровоздушный фильтр .....	16
1.1.2.2 Масляно-воздушный фильтр .....	17
1.1.2.3 Одноцилиндровые компрессоры.....	17
1.1.2.4 Влаagoотделитель .....	18
1.1.2.5 Регулятор давления с фильтром и ниппелем накачки шин.....	20
1.1.2.6 Осушитель воздуха .....	22
1.1.2.7 Многоконтурный защитный клапан .....	27
1.1.2.8 Ресиверы .....	30
1.1.2.9 Автоматический клапан сброса конденсата .....	31
1.1.2.10 Дроссельный обратный клапан .....	32
1.1.3 Приборы управления режимом торможения.....	33
1.1.3.1 Тормозной кран для одноконтурной тормозной системы.....	33
1.1.3.2 Педальный тормозной кран двухконтурной тормозной системы .....	36
1.1.3.3 Автоматический регулятор тормозных сил .....	38
1.1.3.4 Тормозная камера с энергоаккумулятором для тормозного механизма с разжимным кулачком .....	44

1.1.3.5 Клапан управления тормозами прицепа с двухходовым двухпозиционным краном без возможности установки опережения ...	46
1.1.4 Приборы стояночной тормозной системы автомобиля-тягача .....	51
1.1.4.1 Ручной тормозной кран .....	53
1.2 Пневматическая тормозная система прицепной техники .....	57
1.2.1 Требования, предъявляемые к тормозным системам прицепов.....	57
1.2.2 Описание принципа работы компонентов пневматической системы прицепа .....	58
1.2.2.1 Работа двухпозиционного выпускного клапана .....	62
1.2.2.2 Тормозной кран прицепа.....	63
1.2.2.3 Работа тормозного крана прицепа при обычном режиме торможения.....	63
1.2.2.4 Торможение прицепа при включении стояночной тормозной системы тягача .....	69
1.2.2.5 Работа ручного клапана растормаживания прицепа .....	69
1.2.2.6 Работа пневматического клапана соотношения давлений .....	70
1.2.2.7 Работа автоматических регуляторов тормозных сил .....	72
1.3 Системы ABS прицепной техники.....	72
1.3.1 Устройство системы ABS.....	73
1.3.2 Обзор конфигурации систем.....	74
1.3.3 Описание цикла управления ABS .....	78
1.4 Конструкция и принцип работы приборов системы ABS прицепа.....	81
1.4.1 Сдвоенный кран растормаживания прицепа с обратным клапаном	81
1.4.2 Приборы системы ABS прицепа.....	86
1.4.3 Ускорительный электромагнитный клапан ABS .....	87
1.4.4 Начальная стадия – повышение давления .....	91
1.4.5 Вторая фаза – удержания давления.....	91
1.4.6 Третья фаза – сброс давления .....	92
1.5 Электронные системы управления торможением тягачей и автопоездов.....	93

1.6 Применение ABS и ASR на автомобилях и автопоездах .....	93
1.6.1 Устройство и принцип работы магнитного клапана ABS .....	95
1.6.2 Работа тормозной системы тягача в режиме ASR.....	100
1.6.3 Дифференциальный клапан .....	102
1.6.4 Двухмагистральный клапан .....	103
1.6.5 Встроенный ограничитель скорости вращения коленчатый вал двигателя .....	105
1.6.6 Пропорциональный магнитный клапан управления топливоподачей .....	106
1.6.7 Рабочий цилиндр топливоподачи.....	107
1.7 EBS – электронно-пневматическая тормозная система.....	108
1.7.1 Центральный электронный блок .....	109
1.7.2 Управление режимом торможения.....	109
1.7.3 Тормозной кран EBS.....	113
1.7.4 Пропорциональный ускорительный клапан.....	115
1.7.5 Разобцщающий клапан резервного контура.....	116
1.7.6 Осевой модулятор .....	118
1.7.7 Клапан управления тормозами прицепа .....	122
Заключение .....	125
Список использованной литературы.....	126

## ВВЕДЕНИЕ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## **1 ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ТОРМОЗНЫЕ СИСТЕМЫ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ, АВТОБУСОВ И ПРИЦЕПНОЙ ТЕХНИКИ**

Пневматические тормозные системы нашли широкое применение на грузовых автомобилях, прицепах и полуприцепах, на сельскохозяйственных и строительных машинах, на городских, пригородных и междугородных автобусах. Применение пневматического привода обусловлено тем, что при торможении автомобиля вся кинетическая энергия движущегося автомобиля преобразуется в тепловую. Тормозные механизмы выделяют колоссальную энергию, которая способна за считанные секунды довести тормозную жидкость до температуры кипения, а если в гидравлической тормозной системе образуются паровые пробки – произойдет полный отказ в её работе.

В соответствии с Директивами Совета Европейского экономического сообщества (RREG) запрещено комплектовать гидравлическими приводами тормозные системы грузовых автомобилей (за исключением созданных на базе легковых автомобилей), прицепов и полуприцепов, а так же автобусов, кроме автобусов малой пассажирской вместимости (микроавтобусов). С 1995 года все транспортные средства, участвующие в международном движении должны быть оборудованы системами ABS (Antilock Brake System) и системами, предотвращающими пробуксовку колес при трогании с места ASR (Anti Spin Regulator) или TCS: Traction Control System.

К сожалению, в России и странах ближайшего зарубежья не уделялось должного внимания вопросам безопасности и оборудования транспортных средств современными системами управления торможением. В итоге, мы имеем значительное отставание, и это привело к полному вытеснению отечественных автомобилей и прицепной техники отечественного производства с рынка международных перевозок.

Широкий спектр пневматического оборудования для автомобилей-тягачей и автобусов, а так же для прицепной техники поставляется автомобилестроителям различными производителями комплектующих изделий, однако

ведущим производителем приборов пневматических тормозных систем транспортных средств за последние десятилетия стала германская фирма WABCO, имеющая головное предприятие в Ганновере. В России создано представительство фирмы WABCO в Москве. В Санкт-Петербурге открылось предприятие, производящее сервисное обслуживание пневматических тормозных систем WABCO и производящее сервисное обслуживание пневматических систем тягачей и прицепов.

В этой главе мы рассмотрим пневматическую систему автомобиля-тягача. Изучим принцип работы основных компонентов пневматических тормозных систем автомобиля.

## **1.1 Конструкция и принцип работы пневматической тормозной системы автомобиля тягача**

### **1.1.1 Пневматическая тормозная система и её работа**

В пневматических тормозных системах в качестве энергоносителя, позволяющего производить дистанционное управление, и включения исполнительных механизмов, используется сжатый воздух. Чтобы придать воздуху способность выполнять какие-либо действия его требуется сжать в компрессоре – установке, приводимой в действие автомобильным двигателем. Подготовка сжатого воздуха предполагает удаление из него различных примесей в виде твердых и жидких включений, таких как конденсат, пыль, окалина, ржавчина, масло из компрессора. Все перечисленные примеси оказывают существенное воздействие на работоспособность пневматического оборудования, а конденсат в холодное время из-за его замерзания может сделать пневматическую систему неработоспособной.

Одной из важнейших характеристик сжатого воздуха, используемого в технике, является его влажность. Различают абсолютную и относительную

влажность воздуха. Абсолютная влажность выражается в  $\text{г/м}^3$  – величина, показывающая действительное содержание влаги (водяного пара) в единице объема газа (воздуха). Относительная влажность (безразмерная величина, выраженная в %) - равна отношению действительной (абсолютной) влажности воздуха к его максимально возможной влажности, соответствующей состоянию насыщенности воздуха парами воды при заданной температуре. Следовательно, это величина, характеризующая степень насыщения воздуха водяным паром. Величина абсолютной влажности при постоянной относительной влажности является функцией температуры, то есть, чем выше температура – тем больше влаги содержится в воздухе. Но наибольшее применение в технике нашла величина, называемая температурой точки россы – это температура, при которой начинается процесс конденсации влаги. На практике по температуре точки россы можно судить о максимальной количестве влаги, содержащейся в воздухе при постоянной температуре. Зная точку россы, можно утверждать, что количество влаги в данном объеме воздуха не превышает определенного значения. Например. При температуре  $+5^\circ\text{C}$  количество влаги в воздухе не может превышать 6, 79  $\text{г/м}^3$ . В таблице 1.1 приведено содержание влаги в воздухе при различной температуре точки россы.

При сжатии воздуха его способность удерживать влагу в виде пара зависит от того, насколько уменьшается его объем. Если при этом не произойдет существенного увеличения температуры, влага начнет конденсироваться. Рассмотрим этот процесс на следующем примере.

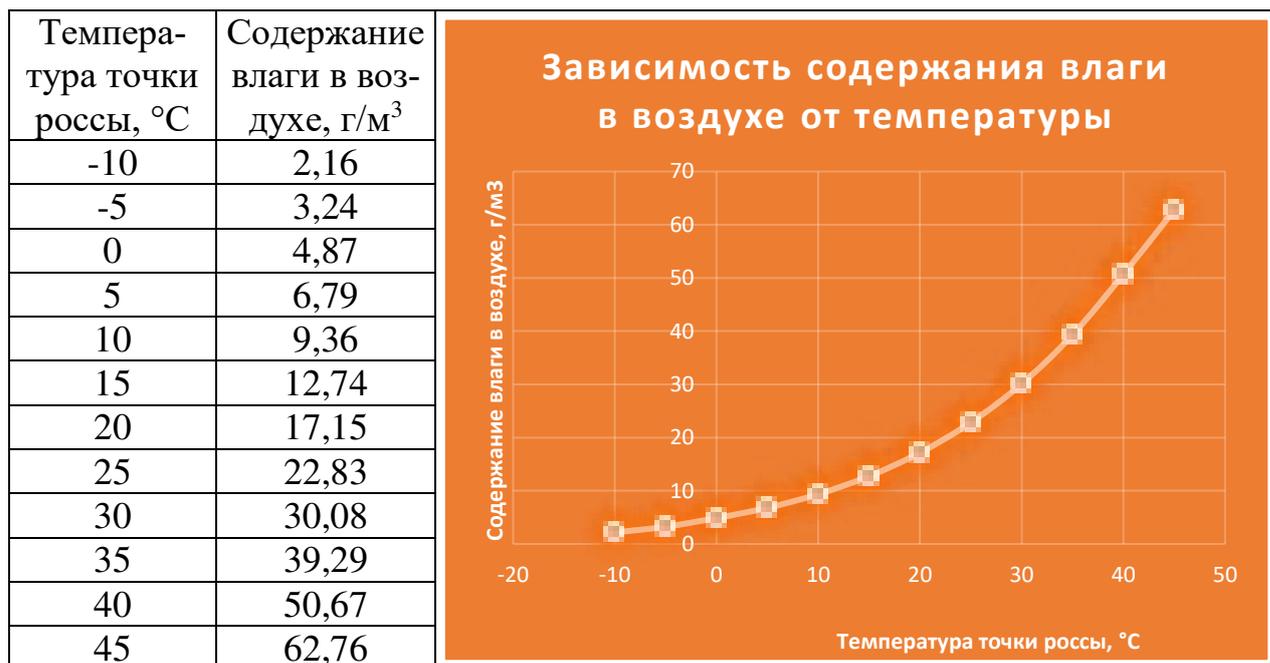
Пусть автомобильный компрессор сжимает за один час 30  $\text{м}^3$  атмосферного воздуха при температуре  $+20^\circ\text{C}$  и относительной влажности 70% до избыточного давления 10 бар ( $\text{кг/см}^2$ ). Температура сжатого воздуха на выходе из компрессора  $+40^\circ\text{C}$ . Необходимо определить количество выделившегося при сжатии конденсата.

Из таблицы 1.1. определяем, что при температуре  $+20^\circ\text{C}$  в 1 $\text{м}^3$  воздуха может содержаться максимум 17,15 граммов влаги, следовательно в 40 $\text{м}^3$  воздуха влаги будет 686 граммов. При относительной влажности воздуха 70% в

40 м<sup>3</sup> воздуха будет содержаться 480 граммов влаги.

При сжатии объем воздуха уменьшается, и сжатый воздух достигает состояния насыщения. Объем воздуха после сжатия вы можете подсчитать, как отношение начального объема к величине абсолютного давления, которое будет равняться сумме избыточного и атмосферного давления, то есть 10 бар + 1 бар = 11 бар. Тогда объем сжатого воздуха составит 3,64 м<sup>3</sup>.

Таблица 1.1 – Зависимость содержания влаги в воздухе от температуры.



По таблице 1.1 определяем, что при температуре +40°С в одном кубическом метре воздуха может содержаться 50,67 граммов влаги, а в 3,64 кубических метрах 184,25 граммов влаги. Следовательно, при сжатии в виде конденсата должно выпасть примерно 296 граммов влаги.

Теперь представим, что в ресивере (баллоне для хранения сжатого воздуха) температура сжатого воздуха снижается до -5°С. По таблице определяем, что в одном кубическом метре воздуха при этой температуре может содержаться не более 3,24 граммов влаги, следовательно, в ресивере должно выпасть в виде конденсата 172,5 грамма жидкости, но ведь её температура ниже точки замерзания, а отсюда и вопрос, что делает водитель отечественного грузовика под автомобилем с факелом или паяльной лампой?

Из довольно пространственных рассуждений, да еще и с математическими

расчетами вы убедились, как важно не просто сжать воздух, а подготовить его к работе в тормозной системе автомобиля. Замерзание влаги в воздушных магистралях может привести к аварии. Поэтому современные пневматические системы торможения оснащены большим количеством приборов подготовки воздуха, системами для сброса конденсата из пневматических приборов и трубопроводов. В этой главе мы подробно изучим основные приборы пневматических систем грузовых автомобилей и прицепной техники.

### **1.1.1.1 Конструктивная схема пневматической системы торможения**

Вначале, чтобы было проще все понять, рассмотрим компоновочную схему автомобиля-тягача, не оснащенного какими-либо системами электронного управления, изображенную на рисунке 1.1.

Атмосферный воздух, проходя через воздушный фильтр 1 сжимается компрессором 2 и через регулятор давления 3 попадает во влагоотделитель 4.

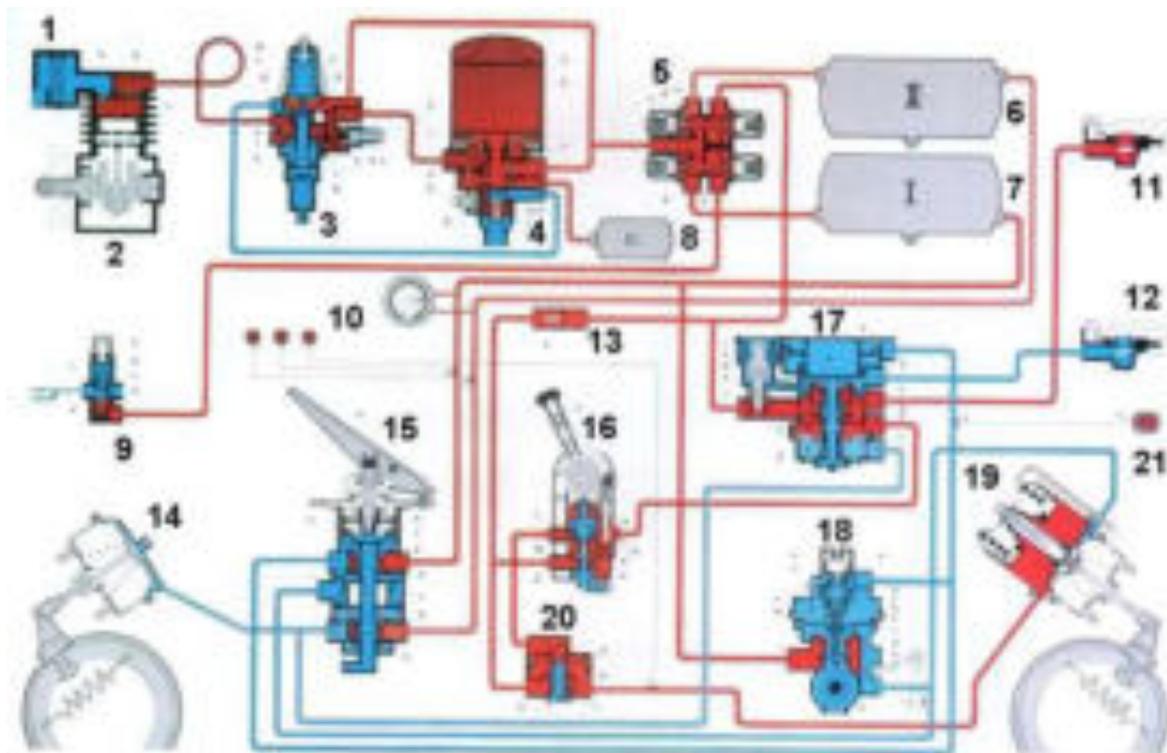
Пневматический регулятор давления 3 служит для поддержания давления воздуха в пневматической системе в строго определенном диапазоне, например, от 7,2 до 8,1 кг/см<sup>2</sup>. Во влагоотделителе 4 из сжатого воздуха удаляется содержащаяся в нем влага, которая при остановке двигателя сбрасывается наружу через вентиляционный канал.

Осушенный сжатый воздух подводится к четырехконтурному защитному клапану 5 тормозной системы тягача. Четырехконтурный защитный клапан обеспечивает исправную работу тормозной системы при выходе из строя (разгерметизации) одного или нескольких тормозных контуров, предотвращая падение давления в системе ниже критического уровня.

В пределах контуров I и II тормозной системы воздух проходит через ресиверы 6 и 7 в направлении тормозного крана 15 автомобиля-тягача.

Третий контур III подает сжатый воздух от четырехконтурного защитного клапана 5 к автоматической соединительной головке 11 тормозного при-

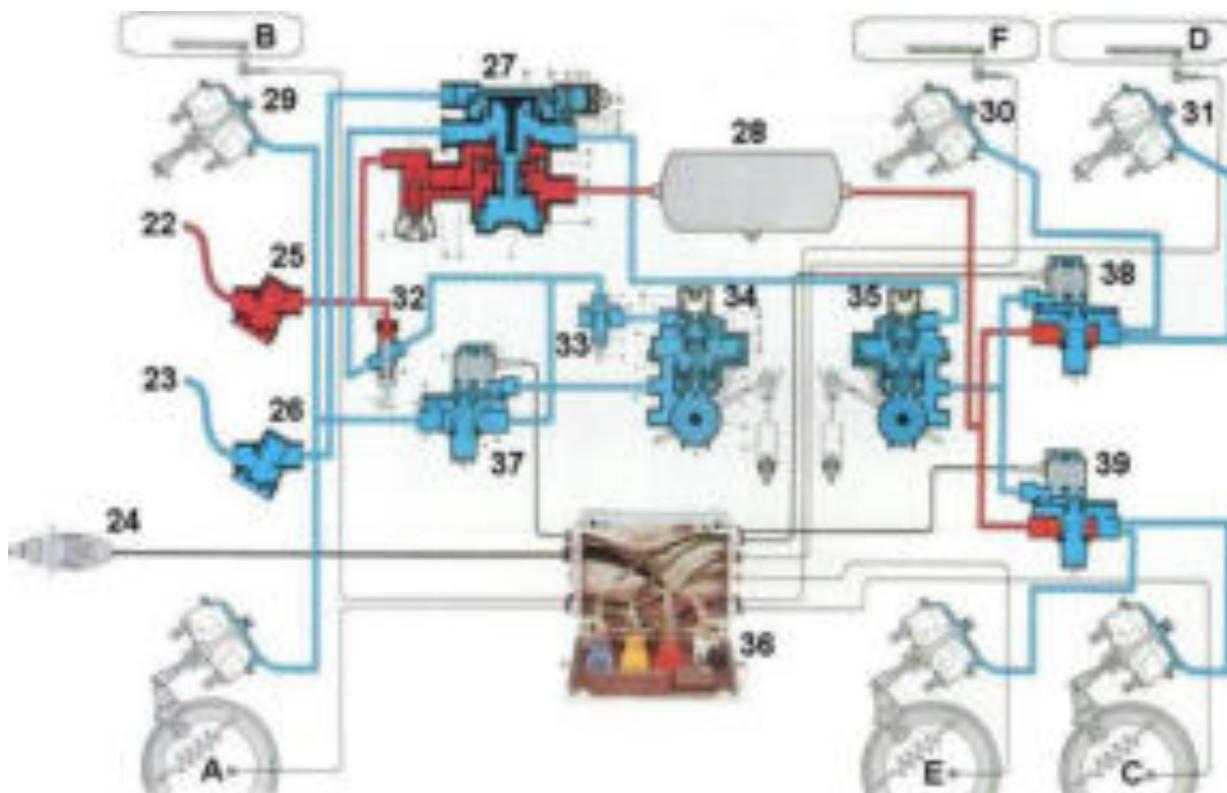
вода, через встроенный в кран управления тормозами прицепа 17, двухходовой двухпозиционный распределитель, а так же через обратный клапан 13, через кран включения стояночной тормозной системы 20 в блок пружинного энергоаккумулятора пневматического тормозного цилиндра 19 типа “Tristop”.



1 – воздушный фильтр; 2 – компрессор; 3 – регулятор давления; 4 – влагоотделитель (осушитель) воздуха; 5 – четырехконтурный защитный клапан; 6 и 7 – ресиверы; 8 – ресивер регенерации осушителя воздуха; 9 – клапан управления заслонкой моторного тормоза; 10 – контрольные приборы; 11 – соединительный элемент (головка) питающей магистрали торможения прицепа; 12 – соединительный элемент (головка) магистрали системы управления торможения прицепом; 13 – обратный клапан магистрали стояночного тормоза; 14 – тормозная камера передней оси автомобиля-тягача; 15 – двухконтурный тормозной кран; 16 – тормозной (ручной) кран управления стояночным тормозом; 17 – клапан управления торможением прицепа; 18 – регулятор тормозных сил задней оси автомобиля; 19 – тормозная камера с энергоаккумулятором задней оси автомобиля-тягача; 20 – клапан-ускоритель стояночного тормоза; 21 – стоп-сигнал.

Рисунок 1.1 – Пневматическая система тягача.

По контуру IV обеспечивается питание сжатым воздухом вспомогательных потребителей, если таковые имеются в пневматической системе тягача. В приведенной схеме вспомогательным потребителем сжатого воздуха является моторный тормоз с заслонкой в выпускном трубопроводе.



22 и 23 – соединительные витые шланги; 24 – головка электрического питания и управления АБС прицепа; 25 и 26 – магистральный фильтр; 27 – кран управления торможением прицепа; 28 – ресивер; 29 – тормозная камера передней оси прицепа; 30 и 31 – тормозная камера средней и задней оси прицепа; 32 – клапан растормаживания прицепа; 33 – пропорциональный клапан; 34 – регулятор тормозных сил средней оси прицепа; 35 – регулятор тормозных сил задней оси прицепа; 36 – ЭБУ АБС прицепа; 37 – электромагнитный клапан управления торможением передней оси; 38 – электромагнитный клапан управления торможением колес правого борта средней и задней осей; 39 – электромагнитный клапан управления торможением колес левого борта средней и задней осей.

Рисунок 1.2 – Пневматическая система прицепа.

В пневматическую систему управления тормозами прицепа сжатый воздух поступает от тягача через головку 11 (см. рисунок 1.1), соединенную с помощью гибкого витого шланга 22 (см. рисунок 1.2). Далее через магистральный фильтр 25 воздух поступает в тормозной кран прицепа 27 и через него в воздушный баллон (ресивер) 28. Из воздушного баллона сжатый воздух поступает через электромагнитные клапаны системы ABS 38 и 39 задней оси и электромагнитный клапан 37 передней управляемой оси прицепа к тормозным камерам 29, 30 и 31.

Управляющий сигнал торможения прицепа поступает от тормозного клапана управления прицепом 17 через соединительную головку 12 тягача (см. рисунок 1.1) и далее по витому шлангу 23 через магистральный фильтр 26 в тормозной кран прицепа 27.

#### **1.1.1.2 Работа тормозной системы автопоезда**

При нажатии на педаль тормоза двухсекционного тормозного крана 15 (см. рисунок 1.1) верхняя секция тормозного крана подает сжатый воздух в клапан управления тормозами прицепа 17. Одновременно сжатый воздух поступает в регулятор тормозных сил 18 задней оси автомобиля-тягача. Из нижней секции регулятора тормозных сил воздух поступает к задним тормозным камерам 19 и по линии обратной связи к тормозному крану 15. Контур тормозных камер передней оси 14 включается от давления, поступающего по линии обратной связи от регулятора тормозных сил 18 задней оси автомобиля-тягача, поэтому тормоза передней оси включаются с некоторым запаздыванием по отношению к тормозам задней оси, вызывая появление растягивающего усилия, предотвращающее занос задней оси автомобиля при торможении.

При срабатывании тормозного клапана 17 управления тормозами прицепа сжатый воздух через соединительную головку 12 и магистральный фильтр 26 (см. рисунок 1.2) поступает в тормозной кран прицепа 27. На перед-

ней оси прицепа и на его близко расположенных задних осях установлены автоматические регуляторы тормозных сил со встроенными устройствами индивидуального регулирования тормозных сил на каждой из осей прицепа.

Такая комплектация тормозной системы прицепа за счет разных значений тормозных сил, увеличивающих своё значение по мере удаления от передней оси автомобиля, позволяет получить растягивающее усилие в сцепке автопоезда, что предотвращает складывание автопоезда при торможении.

Работу системы торможения прицепа более подробно мы рассмотрим в следующей главе, а в этой главе ограничимся рассмотрением работы системы торможения тягача.

## **1.1.2 Приборы подготовки, хранения сжатого воздуха и системы защиты от его утечек**

### **1.1.2.1 Мокровоздушный фильтр**

Мокровоздушный фильтр (см. рисунок 1.3а) предназначен для предотвращения проникновения грязи и пыли, содержащейся в воздухе, в компрессор, кроме того, мокровоздушный фильтр играет роль гасителя шумов при всасывании воздуха.

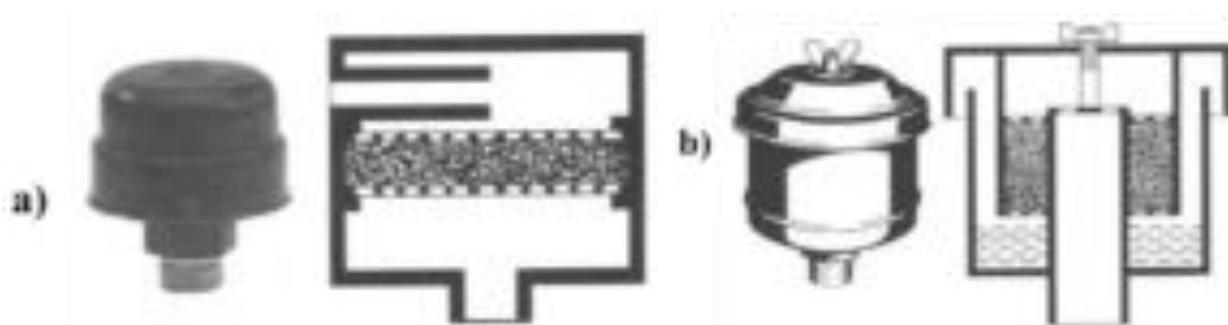


Рисунок 1.3 – Мокровоздушный и масляно-воздушный фильтр.

Воздух втягивается через отверстия в крышке, проходит через фильтровальную массу и, очищенный от пыли и грязи, попадает во всасывающий патрубок компрессора.

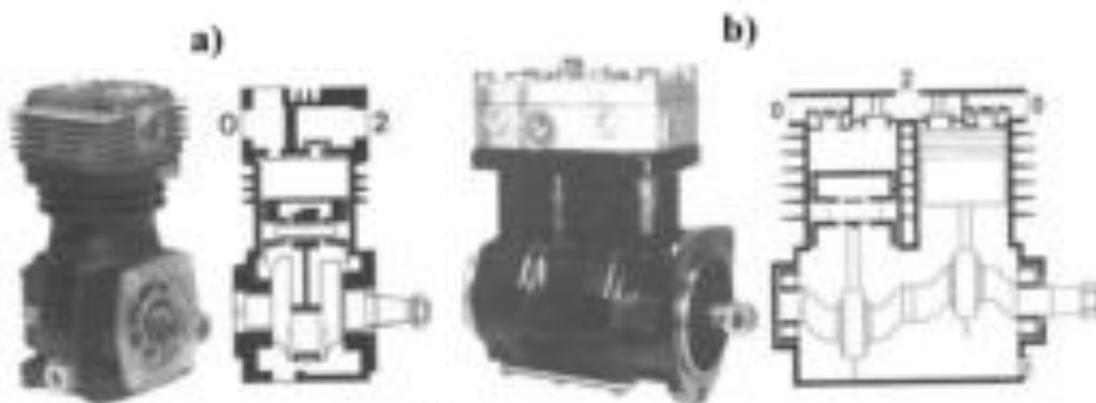
### 1.1.2.2 Масляно-воздушный фильтр

Масляно-воздушные фильтры (см. рисунок 1.3b) устанавливают на автомобили, работающие на особо запыленных дорогах, например, на стойке или в карьере.

Воздух всасывается через расположенное в нижней части крышки ситовое полотно и центральную трубку, попадает на поверхность масла, где частицы пыли и грязи налипают на его поверхность. Отражаясь от поверхности масла, воздух поднимается вверх, проходит через пакет фильтров, на которых оседают ещё оставшиеся в воздухе частицы пыли и захваченные воздухом частицы масла. Из центрального патрубка воздух попадает во всасывающую полость компрессора.

### 1.1.2.3 Одноцилиндровые компрессоры

Назначение компрессора – производство сжатого воздуха в автомобилях и стационарных компрессорных установках.



a – одноцилиндровый компрессор; b – двухцилиндровый компрессор.

Рисунок 1.4 – Виды компрессоров.

Коленчатый вал одноцилиндрового компрессора (см. рисунок 1.4), приводимый в движение от двигателя с помощью клиноременной передачи, преобразует вращательное движение коленчатого вала через шатун в возвратно-

поступательное движение поршня. При перемещении поршня вниз атмосферный воздух, очищенный с помощью воздушного фильтра, всасывается через впускное отверстие 0 и всасывающий пластинчатый клапан. При ходе поршня вверх происходит вытеснение воздуха через напорный клапан и вывод 2 в напорную магистраль.

Нумерация выводов всех пневматических приборов соответствует номерам, отлитым или выбитым на пневматических приборах, поэтому автор сохранил эту нумерацию. Для обозначения деталей на рисунках и схемах будут применяться строчные латинские буквы, а для обозначения каналов и полостей – прописные буквы латинского алфавита.

Для автомобилей-тягачей, работающих в составе автопоезда, требуется значительно большее количество сжатого воздуха, поэтому в пневматических системах устанавливаются двухцилиндровые компрессоры (см. рисунок 1.4b).

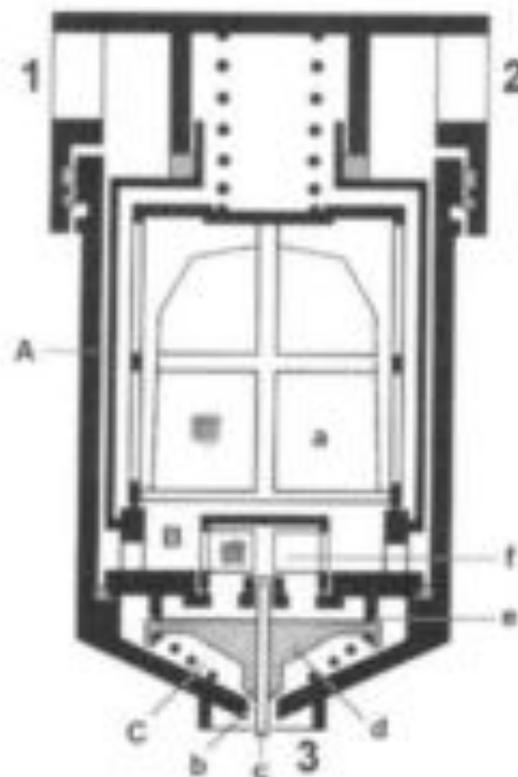
И в одноцилиндровых, и двухцилиндровых компрессорах смазка и охлаждение компрессора происходит от общих с двигателем систем смазки и охлаждением.

#### **1.1.2.4 Влагоотделитель**

Влагоотделитель (см. рисунок 1.5) предназначен для очистки нагнетаемого компрессором сжатого воздуха, а так же конденсации и выброса в атмосферу содержащихся в воздухе водяных паров.

Попадающий во впускное отверстие 1 воздух проходит через кольцевой зазор (А) в камеру (В). При прохождении через кольцевой зазор (А) воздух, соприкасаясь с холодными стенками корпуса, охлаждается, и часть содержащегося в нем водяных паров, конденсируется. Затем воздух проходит через фильтровальный патрон (картридж) (а) и направляется к выпускному отверстию 2. Одновременно, под воздействием давления открывается выпускное отверстие (е) эластичного клапана (d) и конденсат проникает в полость камеры (С). Давление воздуха прижимает коническую часть клапана (d) к выпускному

отверстию (b).



A – кольцевая полость влагоотделителя; B – внутренняя полость фильтрующего элемента; C – полость скопления конденсата; a – сменный картридж фильтровального патрона; b – отверстие сброса конденсата; c – штифт ручного сброса конденсата; d – эластичный клапан; e – выпускное кольцевое отверстие для пропуска скопившейся в корпусе влаги; f – влагоприемник; 1 – отверстие для пропуска скопившейся в корпусе влаги; 2 – отверстие выпуска очищенного воздуха; 3 – соединение с атмосферой.

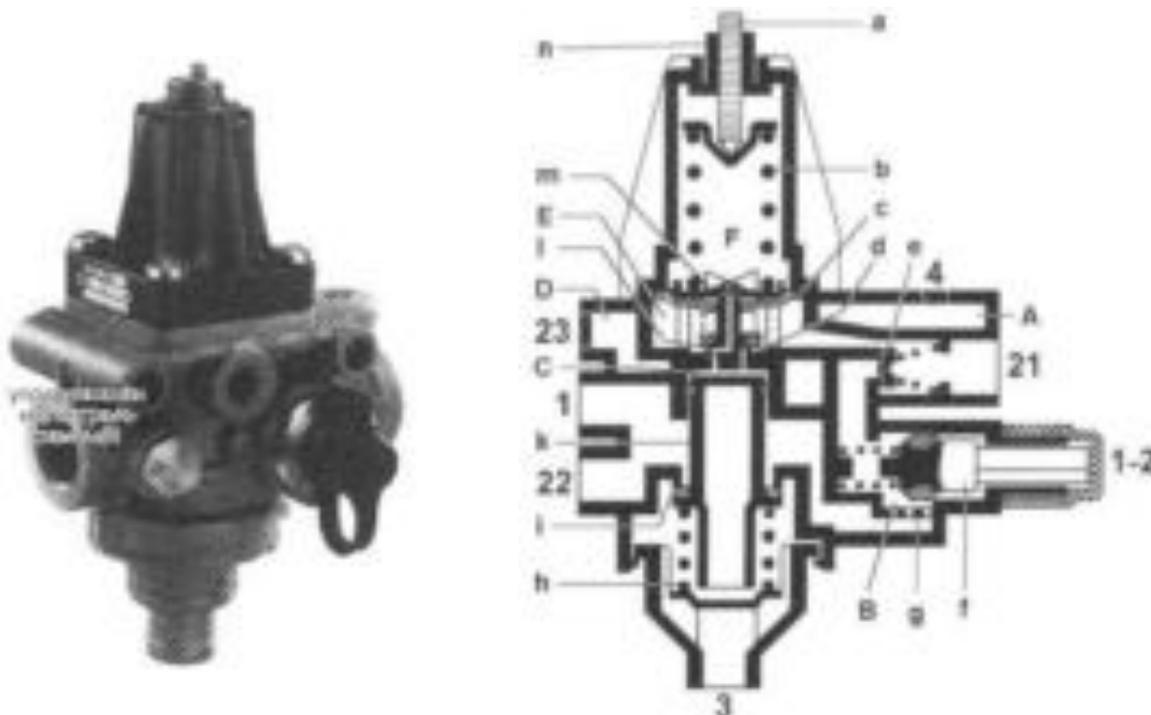
Рисунок 1.5 – Влагоотделитель.

При падении давления в полости (B) впускное отверстие (e) закрывается, так как в полости (C) давление оказывается выше давления в полости (B). Клапан (d) под воздействием разности давления поднимается вверх, и его коническая часть открывает сливное отверстие (b). Конденсат, скопившийся в полости (C) сливается. После выравнивания давления в полостях (C) и (B) клапан (d) вновь закрывает выпускное отверстие (b).

С помощью штифта (c) можно произвести сброс конденсата вручную.

### 1.1.2.5 Регулятор давления с фильтром и ниппелем накачки шин

Целью установки клапана (см. рисунок 1.6) является регулировка рабочего давления в пневматической системе и защита трубопроводов и клапанов от загрязнения.



1 – отверстие впуска сжатого воздуха; 1-2 – отверстие для подключения шланга подкачки шин; 4 – отверстие для подключения линии обратной связи; 21 – выпускное отверстие; 22 – отверстие для подключения испарителя антифриза; 23 – отверстие подключения осушителя воздуха; А – полость обратной связи (на рисунке обратная связь не задействована); В – камера клапана подкачки шин; С – надпоршневая камера сброса воздуха; D – камера включения продувки осушителя-абсорбера; E – диафрагменная камера; F – пружинная полость регулятора; а – регулировочный винт; b – пружина диафрагмы; с – диафрагма; d – соединительные отверстия полостей С и E; e – обратный нагнетательный клапан; f – ниппель подкачки шин; g – сетчатый фильтр; h – поршневая пружина; i – кольцевой зазор выпускного отверстия; k – поршень регулятора; l – уплотнение клапана диафрагмы; m – осевое отверстие клапана; n – резьбовое отверстие регулировочного винта.

Рисунок 1.6 – Регулятор давления с фильтром и ниппелем подкачки шин.

Сжатый воздух, подаваемый компрессором через впускной канал 1 и сетчатый фильтр (g), устремляется в камеру (B). После открытия обратного нагнетательного клапана (e) воздух через трубопровод, подключенный к выводу 21, попадает в четырехконтурный защитный клапан, а так же в камеру (E). Впускной канал 22 предназначен для подключения дополнительного насоса, обеспечивающего сжатый воздух парами спиртосодержащей жидкостью, предохраняющей систему от замерзания в холодное время года.

В камере (E) сжатый воздух воздействует на диафрагму (c). Как только сила давления воздуха становится больше усилия сжатия пружины (b), установленного регулировочным винтом (a), диафрагма (c) прогибается вверх, увлекая за собой поршень (m). Открываются отверстия (d), ранее прикрытые кольцевым резиновым уплотнителем, расположенным на торцевой части поршня (m).

Воздух проникает в камеру (C) и, оказывая действие на поршень (k), смещает его вниз навстречу силе сжатия поршневой пружины (h). При этом открывается кольцевой зазор (i) выпускного отверстия 3, через которое воздух, нагнетаемый компрессором, из корпуса регулятора выходит в атмосферу. В результате снижения давления в камере (B), закрывается обратный клапан (e) и воздух из ресиверов не имеет возможности выйти через выпускное отверстие (3). Компрессор работает в режиме холостого хода, выпуская сжимаемый воздух в атмосферу до тех пор, пока давление в устройстве не опустится ниже давления включения регулятора

Одновременно, воздух через боковое отверстие в камере (C) поступает в полость (D), откуда через вывод 23 по трубопроводу поступает в осушитель воздуха, включая режим продувки абсорбера. При падении давления до величины выключения сброса воздуха, пружина (b) отжимает диафрагму (c) вниз вместе с прикрепленному к ней клапаном (m). Выпускные отверстия (d) клапана (m) соединяются с осевым отверстием клапана, через которое воздух из надпоршневой камеры (C) через пружинную полость (F) выходит в атмосферу. Падение давления в надпоршневой камере (C) позволяет поршневой пружине

(h) поднять поршень вверх, закрывая кольцевой зазор (i).

Компрессор вновь подает сжатый воздух в тормозную систему автомобиля, поднимая давление, как в ней, так и в диафрагменной полости (E). Рост давления вызывает поджатие диафрагменной пружины (b) и процесс сброса излишков воздуха в атмосферу повторяется.

Сняв защитный чехол ниппеля 1-2, водитель наворачивает на резьбовую часть вывода гайку шланга подкачки шин. При этом ниппель (f) отжимается влево, перекрывая поступление воздуха в пневматическую систему тягача, но открывая проход воздуха по шлангу к шинам. Отворачивая гайку шланга подкачки шин водитель возвращает ниппель в исходное состояние, когда воздух поступает в пневматическую систему тягача, а отверстие для подключения шланга перекрывается уплотнением, прижатым возвратной пружиной ниппеля.

#### **1.1.2.6 Осушитель воздуха**

Назначение осушителя воздуха – подготовка и абсорбционная сушка сжатого компрессором воздуха способом продувки через гранулированный абсорбент, который в состоянии впитывать в себя содержащиеся в воздухе водяные пары.

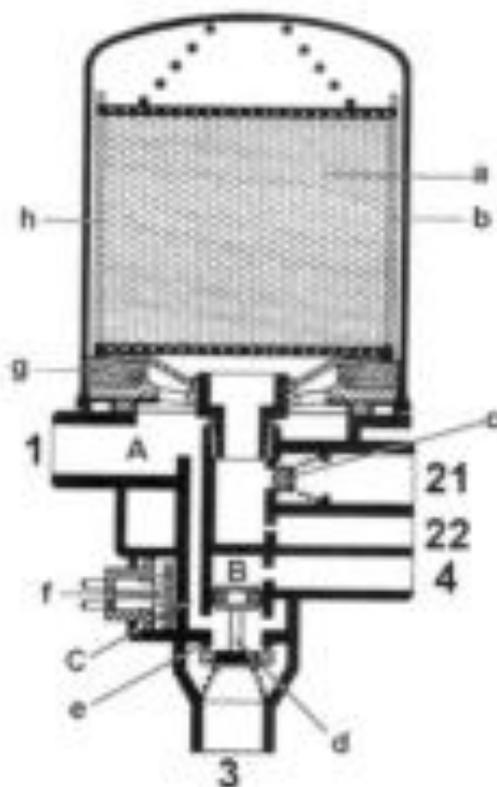
Принцип действия.

На рисунке 1.7 представлен осушитель воздуха, применяемый с отдельно расположенным регулятором давления воздуха. На схеме 1.1 показан такой тип осушителя.

В фазе наполнения системы нагнетаемый компрессором воздух попадает через вход (1) в камеру (A). Здесь конденсат, образовавшийся в результате снижения температуры сжатого воздуха, по каналу (C) попадает в выпускное отверстие (e).

Воздух проникает через фильтр тонкой очистки (g), находящийся в нижней части сменного картриджа, и целевой канал (h), образованный внешней

стенкой и картриджем (b), заполненного гранулированным абсорбентом (a). Проходя по щелевому каналу, воздух охлаждается от внешних стенок и часть влаги конденсируется на них. Скопившаяся влага стекает в полость (C), где скапливается перед выпускным клапаном (d). При прохождении сжатого воздуха через абсорбент (a) из воздуха выводится остаточная влага, впитываясь гранулами абсорбента.



1 – входной канал осушителя, соединяемый с регулятором давления; 3 – вывод соединения с атмосферой; 4 – вывод линии обратной связи; 21 – выходной канал, соединяющий осушитель с защитным клапаном; 22 – вывод подключения ресивера регенерации; А – полость нагнетания сжатого воздуха; В – полость клапана включения продувки абсорбера; С – канал сбора конденсата; а – гранулированный абсорбер; b – корпус картриджа с абсорбером; c – обратный клапан; d – клапан сброса конденсата; e – кольцевое отверстие сброса конденсата; f – электрический нагреватель клапана сброса конденсата; g – фильтр тонкой очистки воздуха; h – щелевой канал между корпусом и картриджем.

Рисунок 1.7 – Осушитель воздуха, применяемый с отдельно расположенным регулятором давления воздуха.

Осушенный воздух через обратный клапан (с), вывод (21) через четырехконтурный защитный клапан, попадает в ресиверы тормозной системы.

Одновременно, осушенный воздух через дроссельное отверстие и вывод (22) попадает в ресивер регенерации.

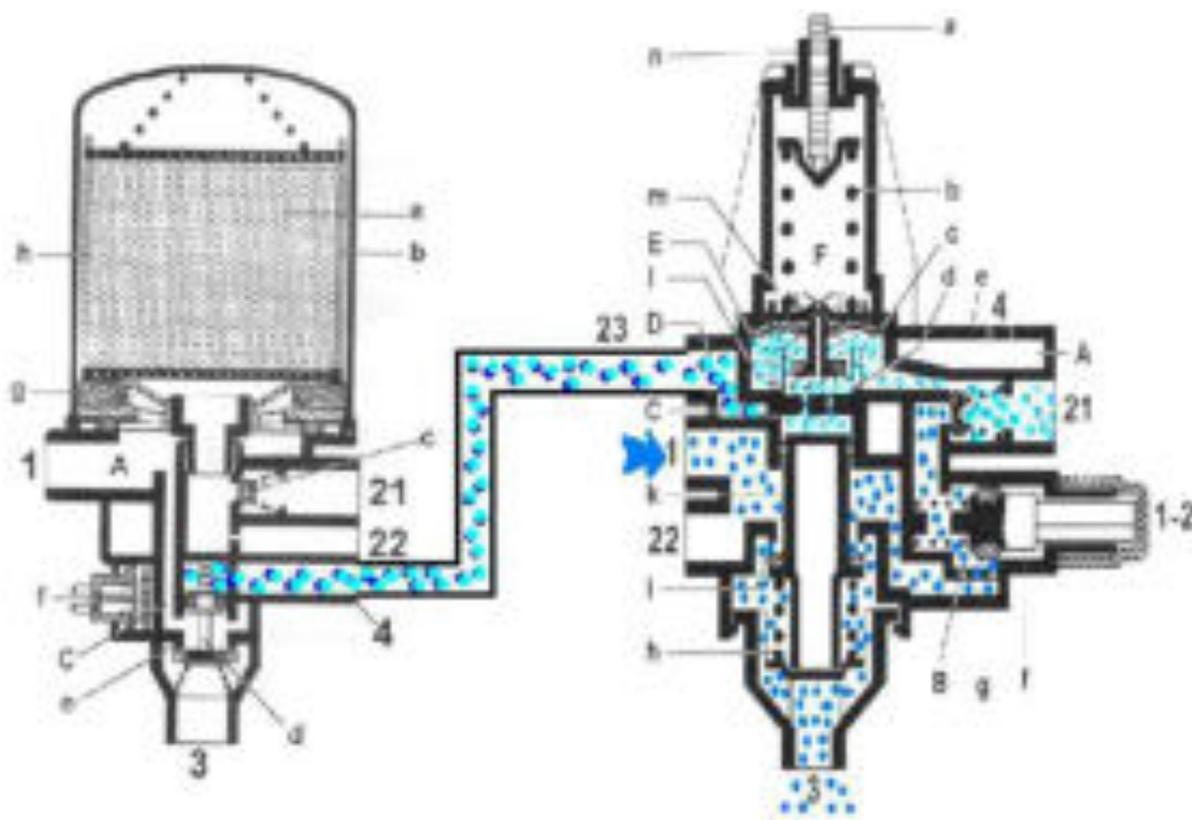


Рисунок 1.8 – Совместная работа регулятора давления и осушителя воздуха на стадии очистки абсорбера (начальная стадия).

При достижении давления отключения подачи воздуха компрессором, регулятор давления (см. рисунок 1.8) через вывод 23 подает сжатый воздух к выводу 4 осушителя. Воздух, поступающий через вывод 4 подается в камеру (B) (см. рисунок 1.7). Под действием сжатого воздуха, подаваемого в камеру (B), поршень (d) перемещается вниз, открывая выпускное отверстие (e). Воздух из камеры (A) по каналу (C) и через выпускное отверстие (e) выходит в атмосферу через вывод 3.

Из ресивера регенерации воздух через вывод 22 и дроссельное отверстие подается к нижней части картриджа (b), заполненного абсорбентом (a). В результате снижения давления в корпусе картриджа, влага, впитанная абсорбен-

том, интенсивно выделяется на поверхности гранул. Протекающий через абсорбент воздух захватывает выступившую на поверхности гранул влагу и выводит её через канал (С) и через открывшееся выпускное отверстие (е) наружу.

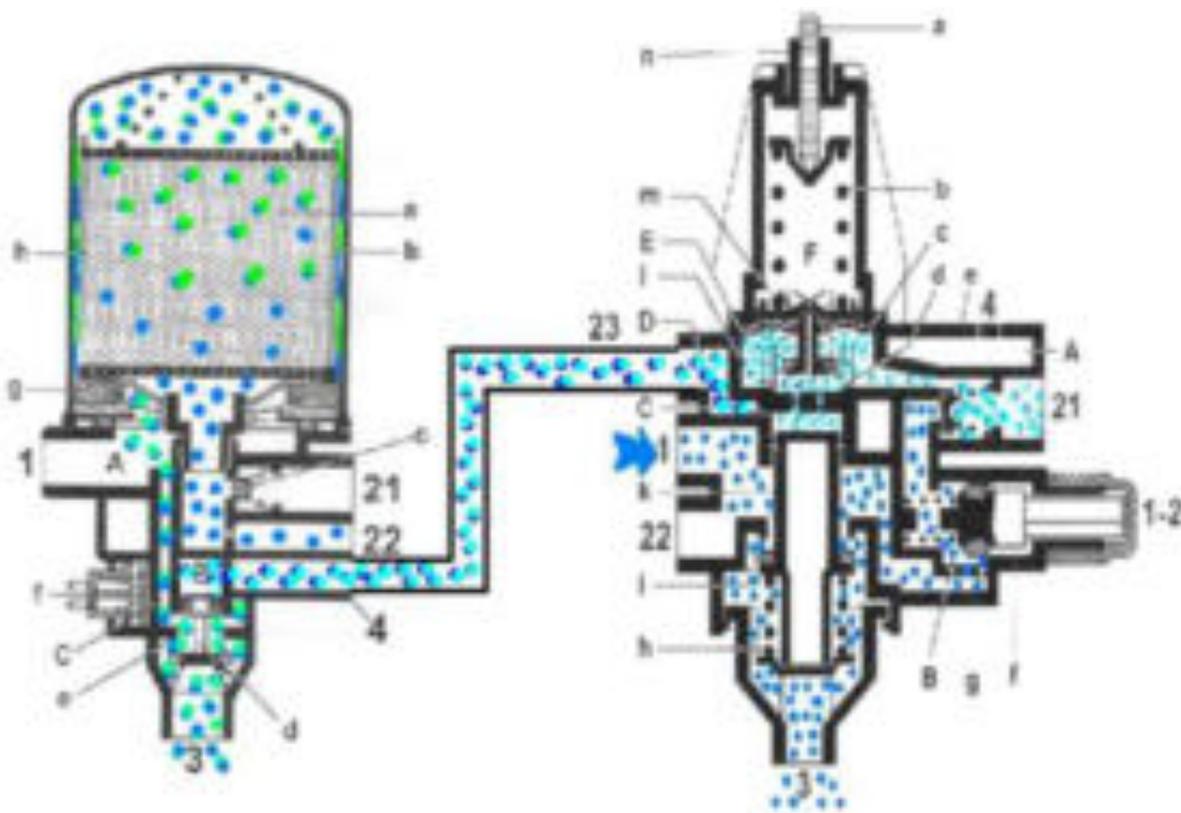


Рисунок 1.9 – Совместная работа регулятора давления и осушителя воздуха на стадии очистки абсорбера (конечная стадия).

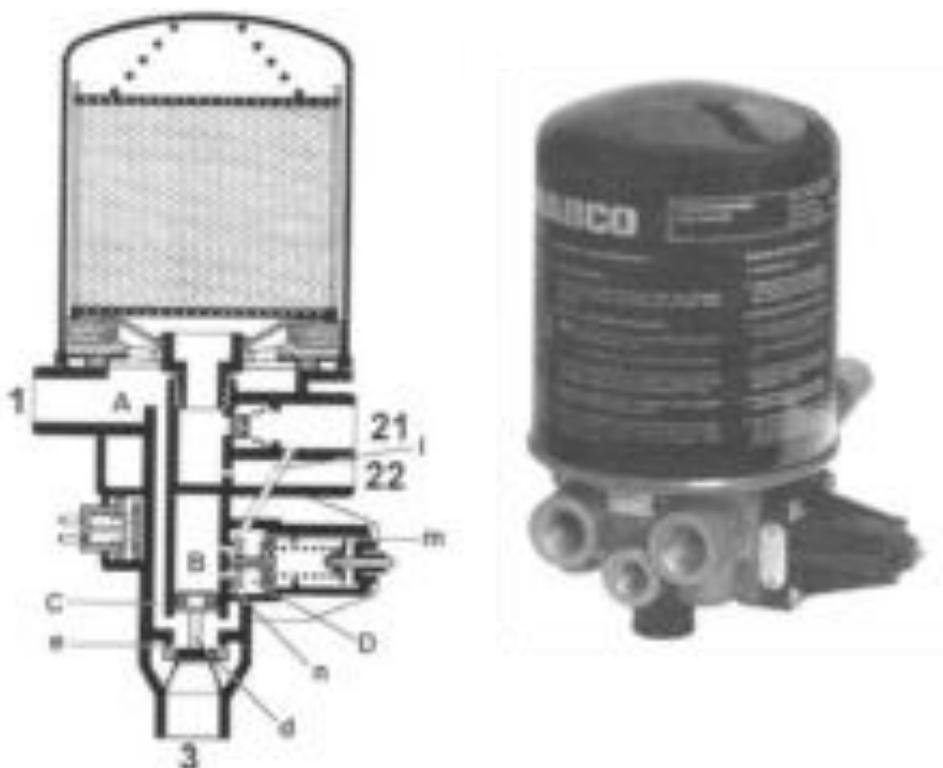
При достижении величины давления выключения сброса воздуха в атмосферу, регулятор давления (см. рисунок 1.8) перестаёт подавать воздух через отверстие 4 в камеру (B). Выпускное отверстие (е) закрывается, и процесс подачи воздуха в пневматическую систему через осушитель повторяется.

Нагревательный элемент (f), вмонтированный в корпус осушителя в области поршня (d), позволяет избежать проблем, связанных с образованием льда в холодно время года, и, как следствие, отказа в работе осушителя.

На рисунке 1.8 изображена начальная стадия очистки абсорбера, когда воздух, поступивший в надпоршневую полость (C) регулятора давления, через отверстие 23, соединительный трубопровод проникает в корпус осушителя через отверстие (4).

Вторая фаза.

Поступивший в полость (В) осушителя сжатый воздух (см. рисунок 1.9) открывает поршень (d). Сжатый воздух из ресивера регенерации через отверстие 22 осушителя производит продувку абсорбера. Выделившаяся в результате снижения давления на поверхности гранул влага подхватывается обратным потоком воздуха и вместе с ним выбрасывается из корпуса осушителя через открывшийся клапан и выпускное отверстие 3.



1 – входной канал осушителя; 3 – вывод соединения с атмосферой; 21 – выходной канал, соединяющий осушитель с защитным клапаном; 22 – вывод подключения ресивера регенерации; А – полость нагнетания сжатого воздуха; В – полость клапана включения продувки абсорбера; С – канал сбора конденсата; D – полость встроенного регулятора давления воздуха; d – клапан сброса конденсата; e – кольцевое отверстие сброса конденсата; n – отверстия, соединяющие полость D с полостью В, прикрытые клапаном регулятора давления; m – винт регулировки давления воздуха; l – канал, соединяющий вывод 21 с полостью регулятора давления.

Рисунок 1.10 – Осушитель воздуха со встроенным регулятором давления.

Работа системы регенерации позволяет сохранять в рабочем состоянии

сменный картридж осушителя воздуха довольно продолжительное время. В условиях холодной зимы особенно важна исправная работа системы регенерации осушителя воздуха, поскольку смерзшиеся гранулы абсорбента сделают невозможной работу системы подготовки воздуха из-за полной потери пропускной способности картриджем осушителя воздуха.

Вариант 2 – (управление с помощью встроенного регулятора давления, показанного на рисунке 1.10).

Сушка воздуха осуществляется так же, как это было описано выше. Однако в этом исполнении воздух от выводного канала 22 попадает через отверстие (l – латинская буква эль) в камеру (D). Давление отключения подачи воздуха в пневматическую систему автомобиля действует на диафрагму, поджатую пружиной и винтом (m). Преодолев усилия пружины, диафрагма увлекает за собой клапан, который открывает соединительные отверстия (n). Воздух проникает в полость (B) и, воздействуя на поршень (d), открывает выпускное отверстие (e).

Если давление в устройстве падает ниже установленного регулировкой предела, впускное отверстие (n) закрывается, и поршень (d) в результате воздействия пружины закрывает отверстие (e). Давление в камере (C) поднимается и процесс подачи воздуха по каналу 22 продолжается.

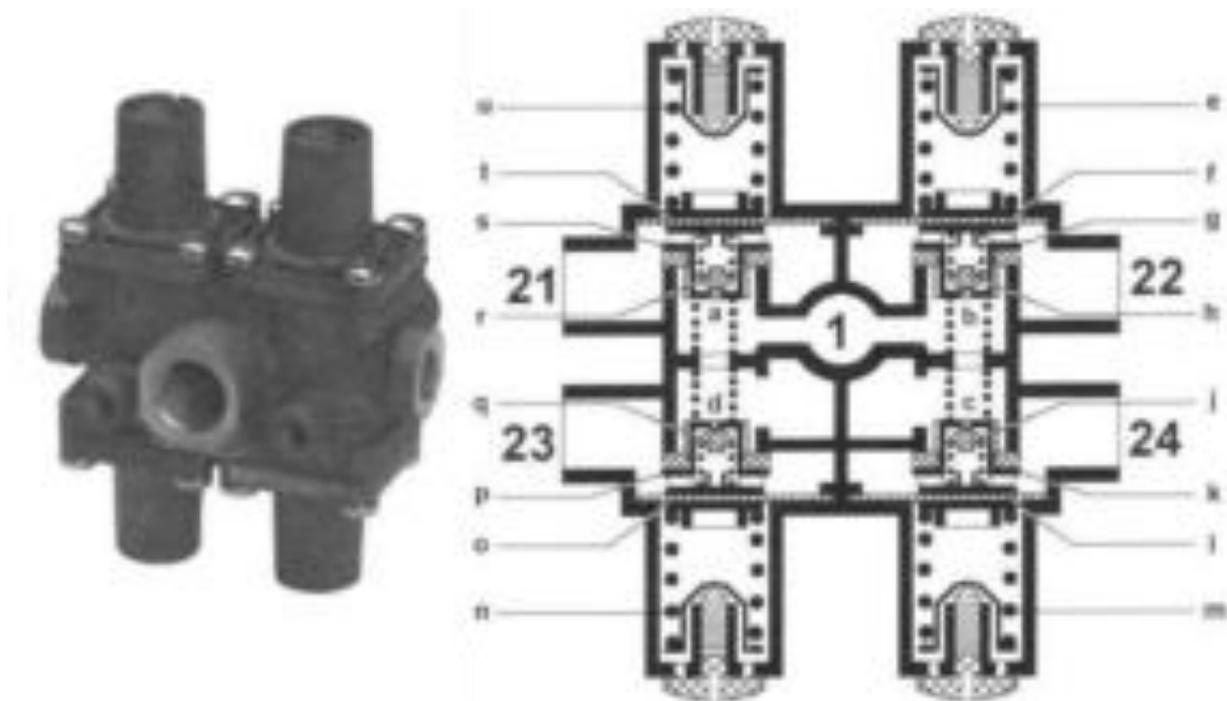
Регенерация абсорбента производится путем его продувки сжатым воздухом из ресивера регенерации, подключенного к выводу 22.

### **1.1.2.7 Многоконтурный защитный клапан**

Назначение защитного клапана (см. рисунок 1.11) – поддержание давления в исправных тормозных контурах при выходе из строя приборов пневматической системы одного или нескольких контуров в четырехконтурных тормозных пневматических системах.

Для лучшего понимания рабочего процесса предлагаю рассмотреть на

рисунке 1.12 одну секцию защитного клапана, так как все четыре секции идентичны и принцип их работы одинаков.



1 – вход воздуха в корпус защитного клапана; 21, 22, 23, 24 – выходы, соединяющие защитный клапан с контурами пневматической системы; a, b, c, d – обводные отверстия; u, e, m, n – пружина диафрагмы; t, f, l, o – диафрагма; s, g, k, p – клапан заполнения контура; r, h, j, q – клапан пилотного впуска воздуха.

Рисунок 1.11 – Многоконтурный защитный клапан.

В начальном положении, то есть когда компрессор не подает воздух (см. рисунок 1.12a), пружина (u) защитного клапана прижимает диафрагму (t) к торцевой части клапана заполнения контура (s). Этот клапан кольцевым уплотнением прижат к корпусу защитного клапана, разъединя полости 1 и 21. Клапан пилотного впуска сжатого воздуха (r), прижатый возвратной пружиной к обводному отверстию (a) закрывает его.

Как только водитель запустит двигатель, сжатый воздух начинает подаваться через центральное отверстие 1 в корпус четырехконтурного защитного клапана (см. рисунок 1.12b). Отжав пилотный клапан (r) от обводного отверстия (a), сжатый воздух начинает поступать во внутреннюю полость корпуса клапана заполнения контура (s). Просачиваясь между корпусом клапана (s) и опорной пластиной диафрагмы (t) сжатый воздух начинает заполнять контур,

соединенный с выводом 21. Так как площадь поверхности диафрагмы довольно велика (см. рисунок 1.12с), незначительное давление начинает поднимать диафрагму, сжимая пружину (u). Клапан заполнения контура (s) отжимается от корпуса защитного клапана и в образовавшийся зазор начинает поступать воздух, который проникает в канал 21, постепенно наполняя систему.

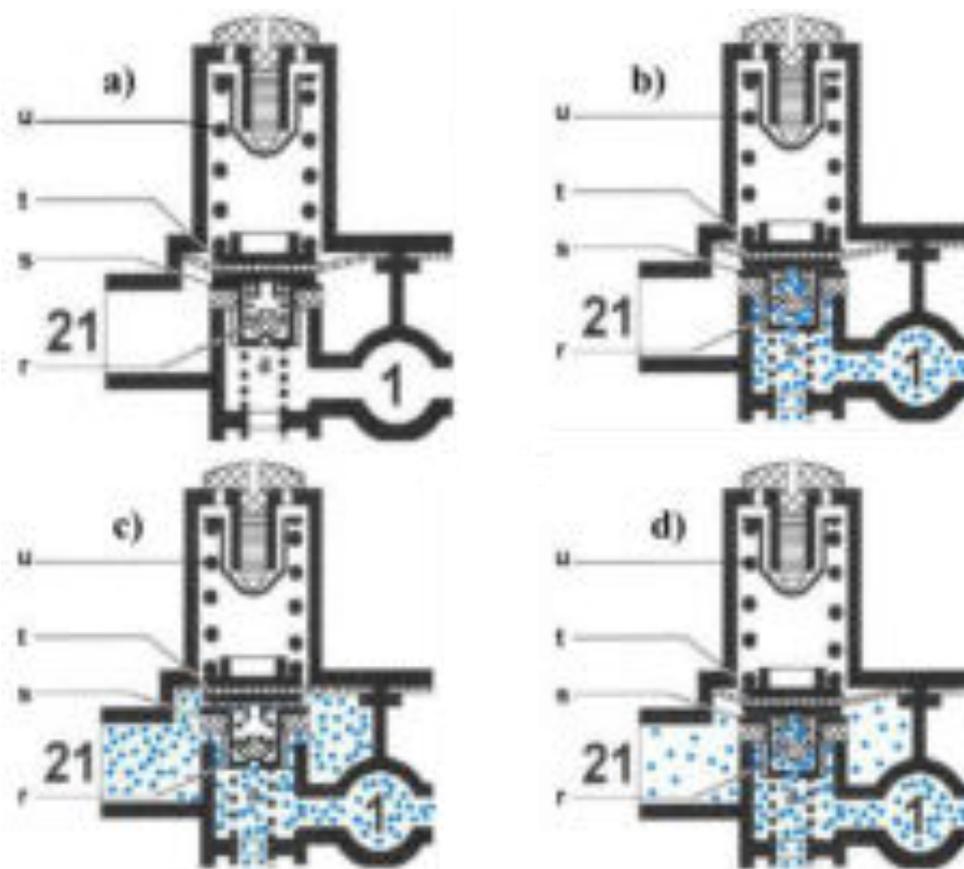


Рисунок 1.12 – Работа защитного клапана одного контура.

Сила сжатия пружины (u) регулируется винтом, находящимся под резиновой крышечкой. Увеличивая силу сжатия пружины, мы можем изменять режим открытия клапана заполнения контура (s), то есть, клапан (s) будет открываться при большем значении давления в полости 21.

Если контур 21 будет поврежден, или в контуре в результате неоднократного включения колесного тормозного цилиндра произойдет падение давления, пружина (u) вновь прижмет корпус клапана (s) его торцевым уплотнением к корпусу защитного клапана (см. рисунок 1.12d), предотвращая выход воздуха из исправных контуров в неисправный.

Воздух, нагнетаемый компрессором, вновь откроет клапан пилотного

впуска (r). Если контур 21 исправен, поступающий воздух, испытывая сопротивление, постепенно наполнит контур, оказывая давление на мембрану (t). Мембрана под действием давления воздуха в контуре сожмет пружину (u), и вновь откроет клапан (s).

Если же в результате повреждения поступающий в контур воздух не будет испытывать препятствия, давление в контуре 21 нарастать не будет и клапан (s) останется в закрытом положении. В исправных контурах давление снизится примерно на  $0,5 \text{ кг/см}^2$ . Это падение давления обусловлено тем, что часть воздуха будет всё же выходить через отверстие (a). Падение давления на  $0,5 \text{ кг/см}^2$  позволит работать всем исправным контурам в штатном режиме, то есть производить на сколько это возможно эффективное торможение транспортного средства.

### **1.1.2.8 Ресиверы**

Ресивер предназначен для накопления, поступающего от компрессора, сжатого воздуха.

Ресивер состоит из цилиндрической части и приваренными к ней выпуклыми боковинами с резьбовыми патрубками для подключения к трубопроводам.

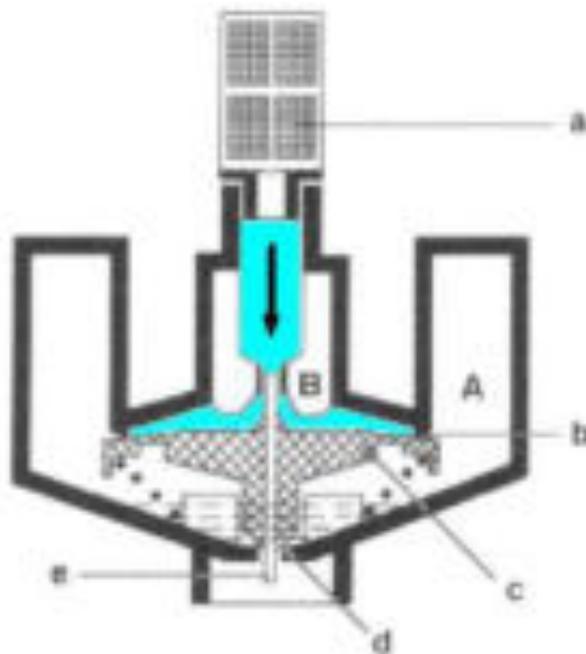
В ресиверах с объемом до 60 литров допустимое давление составляет  $10 \text{ кг/см}^2$ . На внешней стороне корпуса ресивера закреплен табличка, содержащая следующую информацию: номер и дату принятия стандарта; название фирмы-изготовителя; заводской номер; дата изготовления; объем в литрах; предельное рабочее давление; минимальную и максимальную рабочую температуру. В нижней части ресивера установлен клапан для сброса конденсата. Конденсат образуется в результате соприкосновения сжатого воздуха с поверхностью холодных стенок ресивера. Необходимо регулярно сбрасывать конденсат из ресивера.

На ресивере могут устанавливаться ручные и автоматические клапаны

сброса конденсата.

### 1.1.2.9 Автоматический клапан сброса конденсата

Этот клапан предназначен для автоматического сброса конденсата из ресиверов пневматической тормозной системы тягача и прицепа (см. рисунок 1.13).



А – изолированная полость клапана; В – полость, соединенная с ресивером; а – фильтрующий элемент; b – кольцевой буртик корпуса клапана; с – резиновый клапан; d – запорный конус выпускного отверстия; e – стержень ручного сброса конденсата.

Рисунок 1.13 – Работа клапана автоматического сброса конденсата.

При наполнении ресивера сжатый воздух через фильтр (а) попадает в полость (В), отделенную от полости (А) резиновым клапаном (с) с гибкими краями, которые прижаты к корпусу установленной под клапаном спиральной пружиной. Давление, действующее на резиновый клапан, прижимает его запорную коническую часть (d), закрывая сливное отверстие. При заполнении ресивера сжатым воздухом, давление отгибает края резинового клапана (с), за-

полняя полость (А) через образовавшееся отверстие между кольцевым буртиком корпуса клапана (b) и краями резинового клапана. После выравнивания давления между обеими камерами, клапан (с) закрывает отверстие (b). Если давление в ресивере падает, например, в результате торможения, давление в камере (В) снижается, в то время как в камере (А) давление сохраняется на прежнем уровне. Более высокое давление в камере (А) воздействует на клапан (с), открывая сливное отверстие (d). Скопившийся в нижней части корпуса клапана конденсат выталкивается наружу сжатым воздухом, находящимся в камере (А). Как только давление в камере (А) упадет до уровня, ниже давления в полости (В), клапан (с) снова закроет отверстие (d).

Для контроля работоспособности крана сброса конденсата выход (d) можно открыть вручную, нажав на штифт (е), расположенный в выпускном отверстии.

#### **1.1.2.10 Дроссельный обратный клапан**

Назначение обратного клапана - защита магистралей, находящихся под давлением, от утечки воздуха, а так же дросселирование воздушного потока при нагнетании или сбросе воздуха из подключенной магистрали.

При прохождении воздуха в направлении, указанном стрелкой (см. рисунок 1.14), встроенный в корпус обратный клапан (а) отжимается от седла и происходит подача воздуха от вывода 1 через вывод 2 в подключенную магистраль. При сбросе воздуха из подключенной магистрали 2 обратный клапан (а) закрывается и выпуск воздуха из вывода 2 осуществляется через дроссельное, закрытое коническим регулировочным винтом (b). Поперечное сечение этого отверстия можно изменить с помощью регулировочного узла (с). Поворот винта вправо уменьшает проходное отверстие, замедляя процесс сброса воздуха, а поворот винта влево – ускоряет процесс сброса воздуха из подключенной магистрали.



1 – впуск воздуха; 2 – линия подачи воздуха к исполнительным устройствам; а – обратный клапан; b – регулировочный конический винт; с – узел регулирования обратного потока газа.

Рисунок 1.14 – Дроссельный обратный клапан.

При подаче воздуха в направлении, противоположном указанном на рисунке стрелкой, происходит дросселированная подача воздуха, при этом сброс воздуха из подключенной магистрали происходит быстро, то есть без дросселирования.

### 1.1.3 Приборы управления режимом торможения

#### 1.1.3.1 Тормозной кран для одноконтурной тормозной системы

Тормозной кран (см. рисунок 1.15) одноконтурной тормозной системы предназначен для регулирования подачи к тормозным камерам и сброса сжатого воздуха из этих камер в одноконтурной рабочей тормозной системе грузовых автомобилей и тракторов.

Если на педаль тормоза не оказывается воздействия, тормозной кран находится в исходном положении (см. рисунок 1.16а). Поршень-толкатель (с) отжимается пружиной вверх, при этом магистраль 21, соединяющая тормозной кран с колесными тормозными камерами сообщается с атмосферой через открытое выпускное отверстие (d) и выход 3. Сжатый воздух, поступающий по линии 11, заполняет камеру возле клапана (e), но пройти в полость (A) не

может, так как торцевое уплотнение клапана прижато его пружиной к впускному кольцевому каналу (f).



3 – выпуск воздуха в атмосферу; 11 – линия поступления сжатого воздуха; 21 – линия подачи воздуха к тормозным камерам; А – подпоршневая полость; а – толкатель; b – упругий элемент; с – поршень-толкатель; d – выпускной кольцевой канал; e – клапан; f – кольцевой канал подачи воздуха.

Рисунок 1.15 – Тормозной кран одноконтурной тормозной системы.

При нажатии на педаль тормоза (см. рисунок 1.16b), толкатель (a) педалью тормоза отжимается вниз, и через упругий элемент (b) воздействует на поршень-толкатель (c), перемещая его вниз. Своей нижней кромкой поршень-толкатель (c) прижимается к торцевому уплотнению клапана (e), закрывая выпускной кольцевой канал (d), при этом магистраль 21 разобщается с линией выпуска воздуха в атмосферу 3. Клапан-толкатель, продолжает нисходящее движение, отодвигая клапан от кольцевого канала подачи воздуха (f). Сжатый воздух из магистрали 11, через кольцевой канал (f) подается в подпоршневую

полость (А). Сжатый воздух заполняет полость (А) и через соединительное отверстие поступает в магистраль 21.

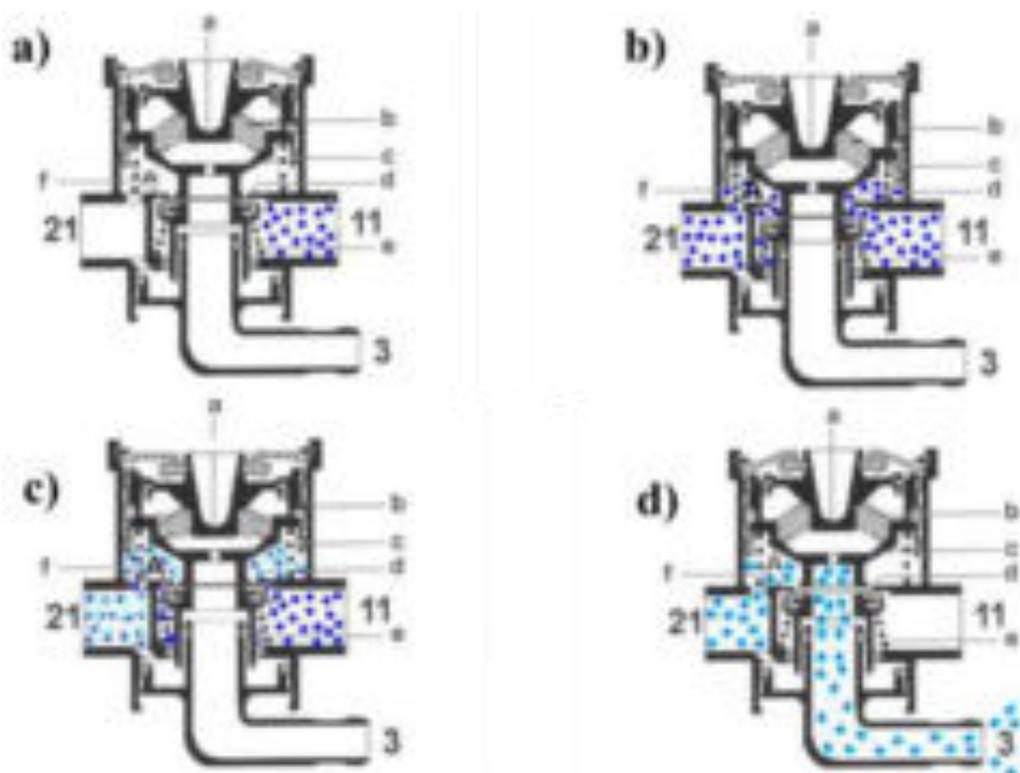


Рисунок 1.16 – Работа тормозного крана одноконтурной тормозной системы.

Возрастающее давление в камере (А), действует на нижнюю часть поршня-толкателя (с). Поршень будет перемещаться вверх (см. рисунок 1.16с), преодолевая силу сжатия упругого элемента (b), до тех пор, пока усилие от давления воздуха и сила реакции упругого элемента с обеих сторон поршня (с) не выровняются. В этом положении выпускной кольцевой канал (d) и кольцевой канал подачи воздуха (f) будут закрыты. Можно сказать, что в этом положении давление в камере (А) и давление в магистрали 21 пропорциональны силе, деформирующей упругий элемент (b). А сила упругой деформации элемента (b) зависит от силы нажатия на педаль тормоза.

Если водитель ослабит воздействие на педаль тормоза (см. рисунок 1.16d), давление в камере (А) поднимет поршень-толкатель (с), и часть воздуха из магистрали 21 выйдет через образовавшийся зазор (d) между поршнем-толкателем (с) и торцевым уплотнением клапана (е) в атмосферу. При этом возникает новое состояние динамического равновесия между силой упругости

элемента (b) и давлением сжатого воздуха в полости (A).

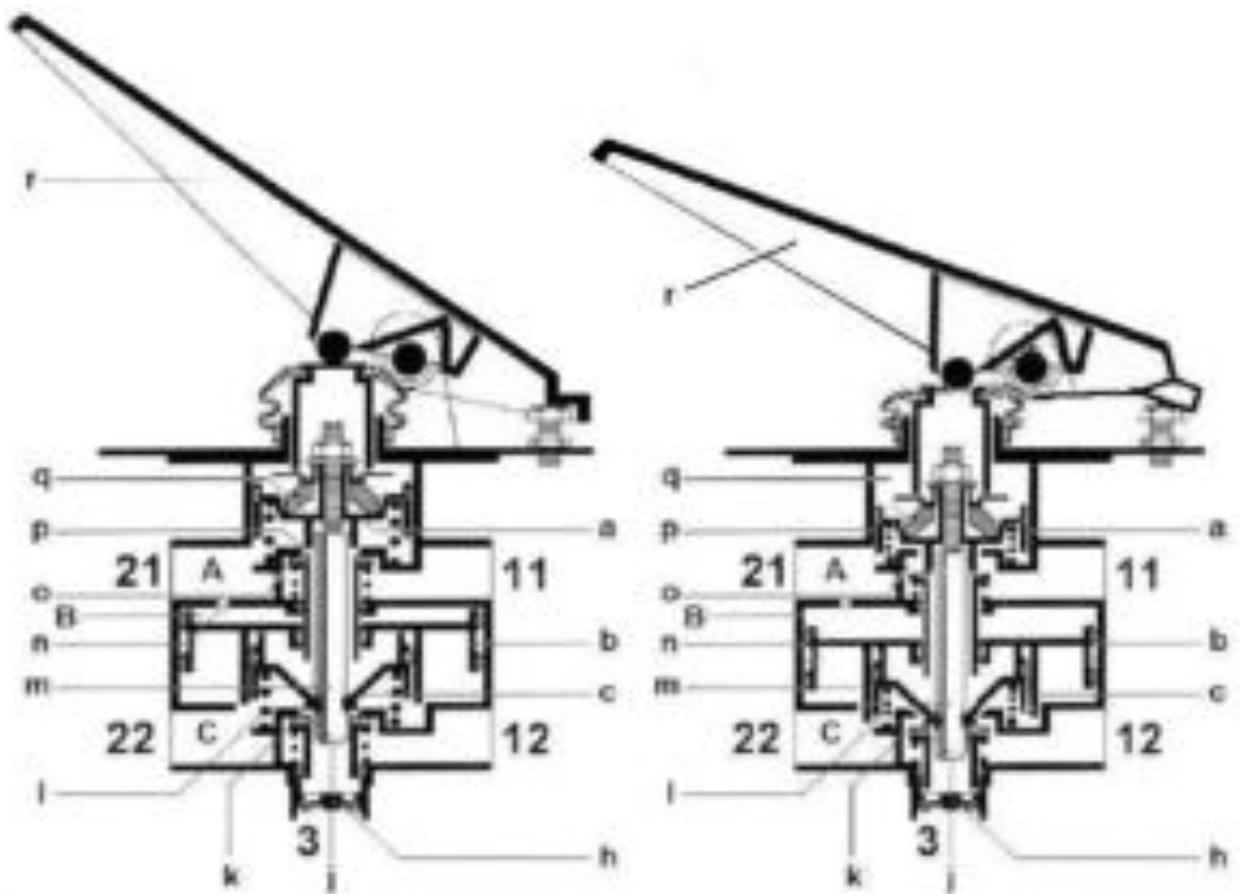
### **1.1.3.2 Педальный тормозной кран двухконтурной тормозной системы**

Тормозной кран предназначен для регулирования подачи и сброса воздуха в двухконтурной рабочей тормозной системе грузовых автомобилей.

Внимательно изучив общую схему пневматической тормозной системы тягача (см. рисунок 1.1), вы без труда обнаружите, что в патрубки 11 и 12 поступает сжатый воздух из разных ресиверов. Контур, соединенный с патрубком 21, обеспечивает сжатым воздухом тормозные камеры задней оси тягача и клапан торможения прицепа, в то время как контур, соединенный с патрубком 22 при торможении направляет сжатый воздух к тормозным камерам передней оси, и, опять же, клапан торможения прицепа.

Верхняя секция двухконтурного тормозного крана (см. рисунок 1.17) работает так же, как и одноконтурный тормозной кран.

При нажатии на педаль (r) ступенчатый поршень-толкатель (a) перемещается вниз, закрывая выпускной кольцевой канал (p) и открывает кольцевой канал впуска воздуха (o) в задний контур. В зависимости от силы нажатия на педаль тормоза осуществляется частичная или полная подача воздуха из магистрали 11 на вывод 21 в тормозные камеры задней оси тягача, а так же на клапан управления тормозами прицепа. В камере (A) создается давление, которое действует на ступенчатый поршень-толкатель (a) снизу. Одновременно, сжатый воздух через соединительное отверстие (n) попадает в камеру (B) и действует на ускорительный поршень (b) переднего контура, перемещая его вниз. При движении ускорительный поршень (b) встречая сопротивление возвратной пружины (l), увлекает за собой толкатель (c). Теперь выпускной кольцевой канал (j) закрывается, а кольцевой канал впуска (k) сжатого воздуха в передний контур – открывается. Происходит подача сжатого воздуха от вывода 12 через вывод 22 в тормозные камеры передней оси тягача.



3 – линия выпуска воздуха в атмосферу; 11 – линия подачи сжатого воздуха к тормозному контуру задней оси; 12 – линия подачи сжатого воздуха к тормозному контуру передней оси; 21 – линия питания тормозов задней оси; 22 – линия питания тормозов передней оси; А – камера заднего контура; В – поршневая камера; С – камера переднего контура; а – ступенчатый поршень-толкатель заднего контура; b – ускорительный поршень переднего контура; с – толкатель переднего контура; h – защитный клапан выпускного отверстия; j – выпускной кольцевой канал переднего контура; k – кольцевой канал впуска воздуха в передний контур; l – возвратная пружина толкателя; m – стержень принудительного включения переднего контура; n – соединительное отверстие; o – кольцевой канал впуска воздуха в задний контур; p – выпускной кольцевой канал заднего контура; q – упругий элемент; г – педаль тормоза.

Рисунок 1.17 – Работа тормозного крана двухконтурной тормозной системы.

Давление в камере (С) вследствие усилия пружины (l) всегда ниже дав-

ления в камерах (А) и (В). Давление воздуха, поступающего в камеру (А), воздействует на нижнюю часть ступенчатого поршня (а), который, преодолевая сопротивление упругого элемента (q), перемещается вверх до тех пор, пока усилия на обеих сторонах поршня (а) не выровняются. В этом положении впускное отверстие (о) и выпускное отверстие (р) закрыты (положение динамического равновесия).

Аналогичным образом под воздействием нарастающего давления в камере (С), которое вместе с пружиной (l) действует снизу на ускорительный поршень (b) и толкатель (с), переместит эти элементы вверх до тех пор, пока и здесь не будет достигнуто положение динамического равновесия, то есть, пока впускной кольцевой канал (k) и кольцевой канал выпуска воздуха (j) не закроются.

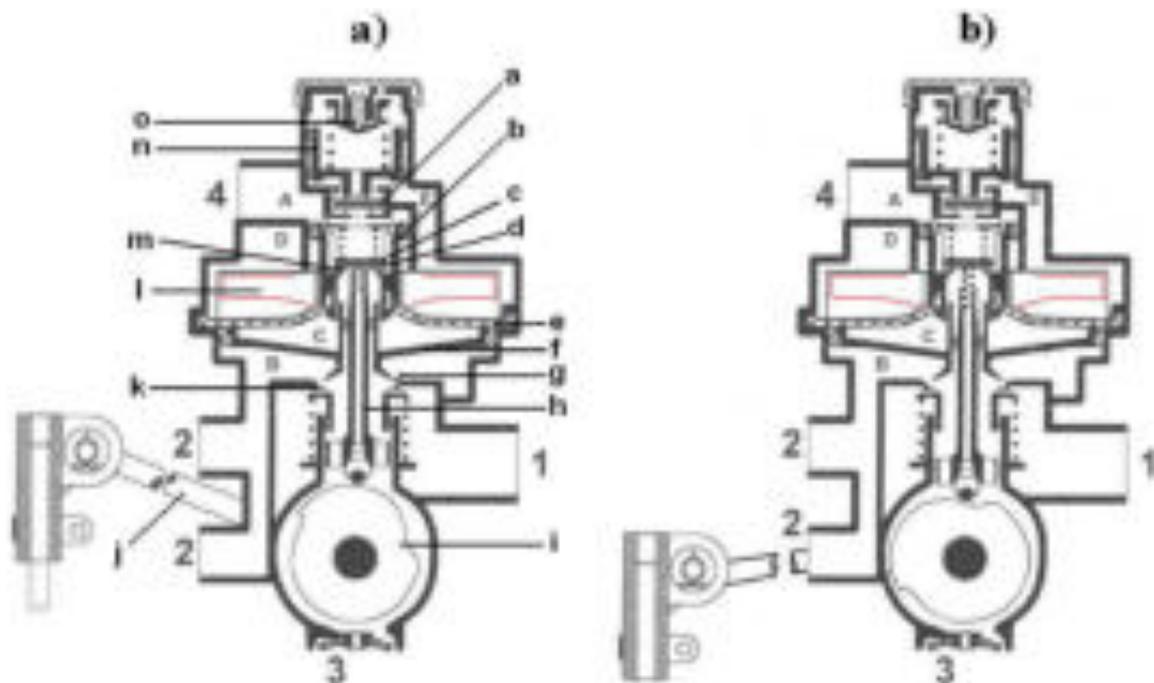
При выходе из строя одного из контуров тормозной кран продолжает работать исправным контуром. Например, при выходе из строя заднего контура пневматического перемещения ускорительного поршня (b) не происходит, однако педаль тормоза перемещает толкатель (с), прикрепленный к стержню (m) принудительного включения переднего контура.

### **1.1.3.3 Автоматический регулятор тормозных сил**

Прибор предназначен для автоматической регулировки тормозной силы в зависимости от прогиба рессор, и, соответственно, загрузки автомобиля. Благодаря встроенному ускорительному клапану осуществляется быстрая подача и выпуск сжатого воздуха из тормозных цилиндров.

Регулятор тормозных сил закреплен на раме автомобиля и соединен с опорной точкой или упругим элементом, расположенным на оси автомобиля или прицепа. При отсутствии загрузки (см. рисунок 1.18b) расстояние между осью и регулятором тормозных сил будет максимальным, а рычаг (j) находится в самом низком положении. Если автомобиль загружен (см. рисунок

1.18а), то это расстояние уменьшается, и рычаг (j) перемещается в верхнее положение, соответствующее полной загрузке. Рычаг (j) поворачивает дисковый профилированный кулачок (i), который перемещает толкатель клапана (h) в положение, соответствующее загрузке автомобиля.



1 – линия подачи сжатого воздуха из ресивера заднего контура; 2 – линия подачи воздуха к тормозным камерам задней оси; 3 – линия выпуска воздуха в атмосферу; 4 – линия управляющего сигнала, подаваемого от тормозного крана; А – камера управляющего давления; В – камера питания тормозных камер задней оси; С – камера управления ускорительным поршнем; D – камера контр-давления; Е – канал подачи управляющего воздуха; а – клапан-регулятор контр-давления; б – поршень-ускоритель управляющего давления; с – тарельчатый клапан; d – выпускное отверстие; е – диафрагма; f – поршень-ускоритель давления заднего контура; g – кольцевой канал выпуска воздуха из камер задней оси; h – толкатель клапана; i – дисковый профилированный кулачок; j – рычаг связывающий регулятор с задней осью; k – кольцевой канал подачи сжатого воздуха к тормозным камерам; l – лепестковая фигурная шайба; m – кольцевое отверстие впуска управляющего давления; n – поршень-регулятор контр-давления; o – регулировочный узел величины контр-давления.

Рисунок 1.18 – Автоматический регулятор тормозных сил в положении

полной загрузки а) и отсутствия загрузки б) транспортного средства.

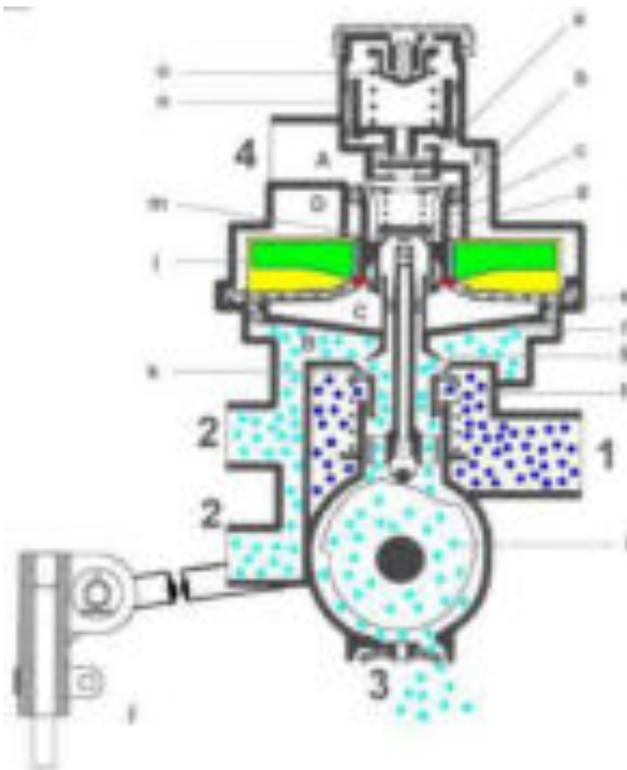


Рисунок 1.19 – Регулятор тормозных сил при отсутствии торможения.

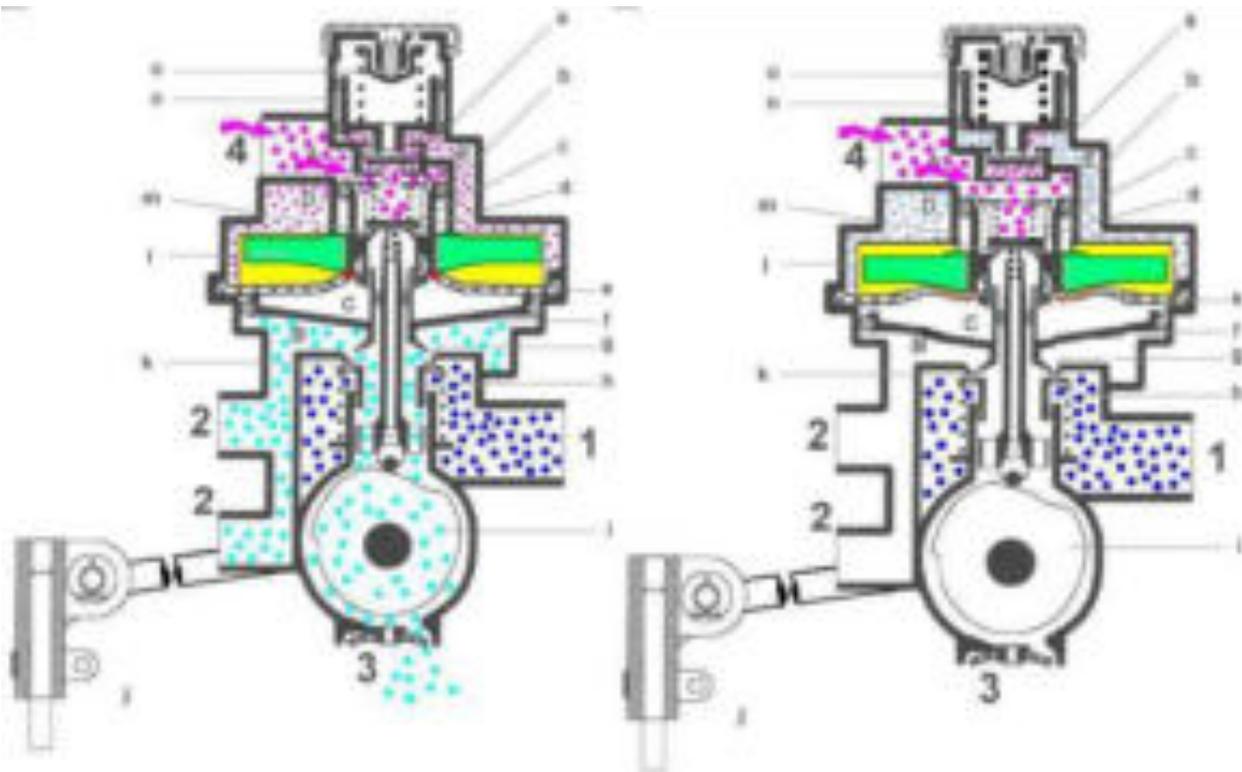


Рисунок 1.20 – Работа регулятора тормозных сил задней оси тягача (начальная стадия).

В расторможенном положении (см. рисунок 1.19) сжатый воздух от тормозного крана по линии управляющего давления 4 не поступает. Тормозные камеры задней оси, соединенные через выводы 2 с регулятором тормозных сил, имеют возможность сброса воздуха через кольцевой канал выпуска воздуха (g) и вывод 3 регулятора в атмосферу. Сжатый воздух, поступающий на вывод 1 регулятора, заполняет клапанную полость, но дальше пройти не может, так как клапан (h) возвратной пружиной прижат к кольцевому каналу (k) подачи сжатого воздуха к тормозным камерам.

При нажатии на педаль тормоза сжатый воздух, подаваемый через тормозной кран автомобиля тягача или прицепа, поступает через вывод 4 (см. рисунок 1.20) в камеру управляющего давления (A), нагружая поршень-ускоритель (b). Поршень (b) перемещается вниз, закрывая выпускное отверстие (d) и открывая кольцевое отверстие впуска управляющего давления (m). Одновременно сжатый воздух проходит через открывшийся клапан-регулятор контр-давления (a) и канал (E) в камеру контр-давления (D) и нагружает диафрагму (e) сверху. Поступивший в канал (E) сжатый воздух перемещает поршень-регулятор (n), стремясь закрыть клапан (a). Благодаря предварительной подаче давления в полость (D) осуществляется повышение передаточного числа при частичной загрузке автомобиля и небольшом управляющем давлении.

Под воздействием создаваемого в камере управления ускорительным поршнем (C) давления поршень-ускоритель давления заднего контура (f) перемещается вниз (см. рисунок 1.21). Кольцевой канал (g) выпуска воздуха из тормозных камер задней оси закрывается, а кольцевой канал подачи сжатого воздуха (k) – открывается. Подаваемый на вывод 1 сжатый воздух проходит через впускной кольцевой канал (k) в камеру питания (B) тормозных камер и через вывод 2 попадает в подключенные пневматические тормозные камеры. Одновременно, в камере (B) создается давление, которое действует на ускорительный поршень (f) снизу, стремясь переместить его вверх. Как только это давление станет чуть большим, чем давление в камере (C), ускорительный поршень переместится вверх, закрывая кольцевой канал (k). Диафрагма (e) при

перемещении поршня-ускорителя (b) вниз прилегает к лепесткам фигурной шайбы (l), увеличивая активную поверхность диафрагмы. Как только сила, действующая на диафрагму (e) со стороны камеры (C), станет равной силе, действующей со стороны камеры (B), поршень-ускоритель (b) начнет перемещаться вверх. При этом кольцевое отверстие впуска (m) управляющего давления закроется, создавая положение динамического равновесия. Дальнейшее повышение давления на выводе 4 автоматически приводит к пропорциональному повышению давления на выводе 2.

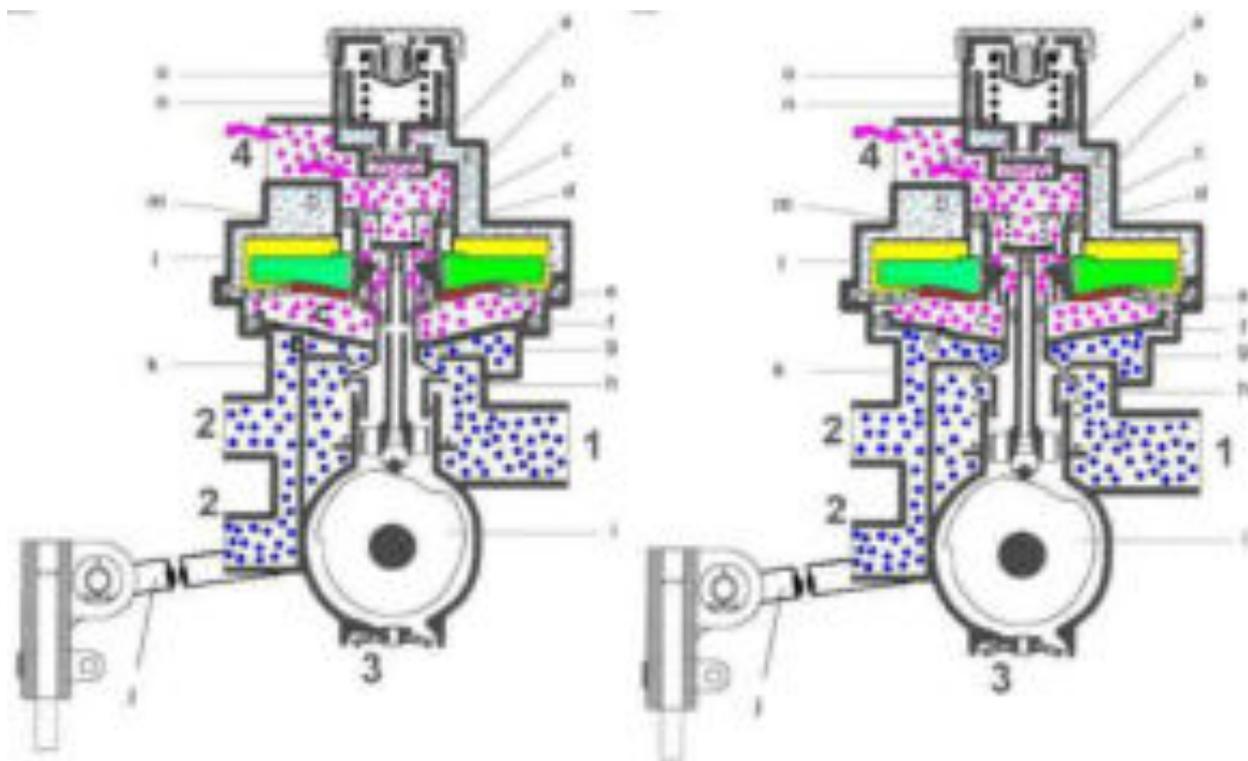


Рисунок 1.21 – Работа регулятора тормозных сил задней оси тягача (завершающая стадия).

Положение толкателя клапана (h), которое зависит от положения рычага (j), является определяющим для тормозного давления, создаваемого на выходе. Поршень-ускоритель (b) управляющего давления с лепестковой фигурной шайбой (l) должен совершить перемещение, соответствующее положению толкателя клапана (h), прежде чем вступит в работу тарельчатый клапан (c). Благодаря этому перемещению происходит изменение активной поверхности диафрагмы (e).

В положении полной загрузки управляющее давление, создаваемое на

выводе 4, передаётся в камеру (С) в соотношении 1:1. Когда ускорительный поршень (f) нагружается полным давлением, он удерживает кольцевой канал подачи сжатого воздуха (k) к тормозным камерам полностью открытым, и на вывод 2 подаётся максимальное давление.

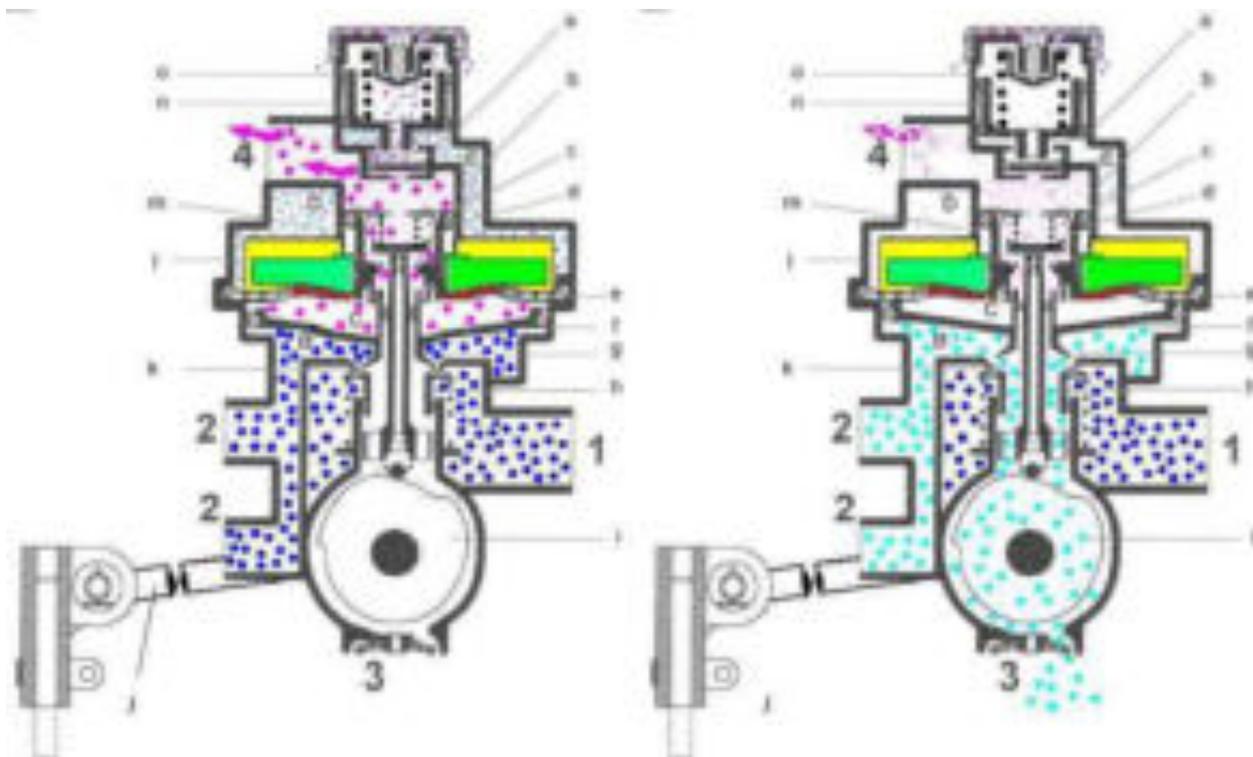


Рисунок 1.22 – Работа регулятора тормозных сил задней оси тягача (стадия прекращения торможения).

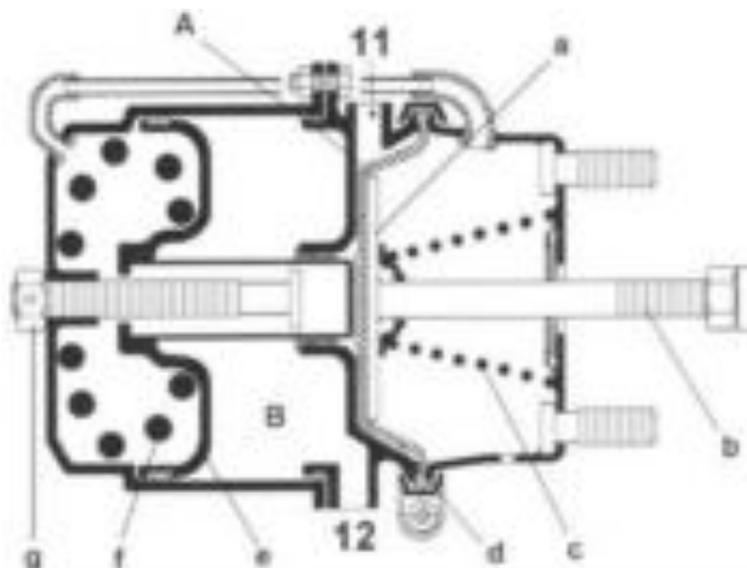
После снижения управляющего давления (см. рисунок 1.22) на выводе 4 поршень-ускоритель (f) под воздействием давления на выводе 2, перемещаются вверх. Выпускное отверстие (d) открывается, и сжатый воздух начинает покидать камеру (С), снижая воздействие на поршень-ускоритель (f). В результате снижения давления в камере (С) поршень-ускоритель (f) переместится вверх, открывая кольцевой канал выпуска воздуха (g) из тормозных камер задней оси.

Сжатый воздух из тормозных камер через вывод 2, камеру (В) и выпускное отверстие 3 выйдет в атмосферу. Поршень-ускоритель (b) в результате воздействия возвратных пружин поднимется вверх в исходное положение. Лепестки фигурной шайбы (l) отойдут от диафрагмы (e), а клапан-регулятор контр-давления (a) закроет возможность выхода сжатого воздуха из полости

(D) и канала (E) в атмосферу.

#### 1.1.3.4 Тормозная камера с энергоаккумулятором для тормозного механизма с разжимным кулачком

Комбинированные тормозные камеры с пружинными энергоаккумуляторами (см. рисунок 1.23) служат для создания тормозной силы на колесном тормозе. Они состоят из диафрагменной части для рабочей тормозной системы и части пружинного энергоаккумулятора для вспомогательных и стояночных тормозных систем.



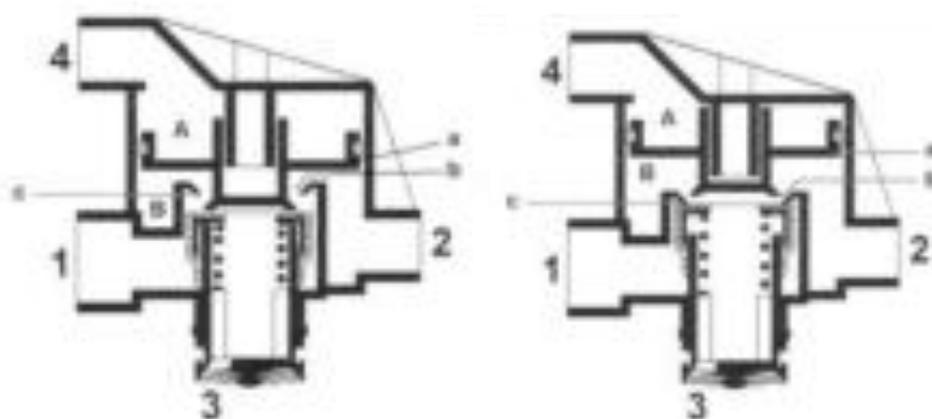
11 – линия подачи сжатого воздуха при рабочем торможении; 12 – линия подачи сжатого воздуха в режиме растормаживания стояночного тормоза; А – рабочая полость тормозной камеры; В – рабочая полость энергоаккумулятора; а – опорный диск диафрагмы тормозной камеры; б – шток тормозной камеры; с – возвратная пружина тормозной камеры; d – диафрагма тормозной камеры; е – поршень энергоаккумулятора; f – спиральная пружина стояночного тормоза; g – винт аварийного растормаживания энергоаккумулятора.

Рисунок 1.23 – Тормозная камера с энергоаккумулятором для тормозного механизма с разжимным кулачком.

При срабатывании рабочей тормозной системы сжатый воздух проходит

через вывод 11 в рабочую полость (А) тормозной камеры, нагружает диафрагму (d) и, сжимая возвратную пружину (с), перемещает опорный диск диафрагмы (a) вправо. Произведенное усилие через шток (b) тормозной камеры воздействует на тормозной рычаг и через него на вал с S-образным кулачковым элементом, разжимающим колодки тормозного механизма. После прекращения торможения происходит сброс сжатого воздуха из рабочей полости (А) тормозной камеры, при этом возвратная пружина (с) отталкивает опорный диск (a) с диафрагмой (b) в исходное положение.

Тормозная камера пневматического цилиндра работает независимо от пружинного энергоаккумулятора.



1 – линия подачи сжатого воздуха из ресивера; 2 – линия, соединяющая клапан-ускоритель с рабочей полостью энергоаккумулятора; 3 – вывод сброса воздуха в атмосферу; 4 – линия управляющего давления; А – управляющая камера поршня клапана-ускорителя; В – перепускная камера; а – поршень-выключатель клапана-ускорителя; b – выпускное кольцевое отверстие растормаживания энергоаккумулятора; с – впускное кольцевое отверстие клапана-ускорителя.

Рисунок 1.24 – Работа ускорительного клапана стояночной тормозной системы тягача.

Растормаживание стояночного тормоза происходит в следующей последовательности. Сжатый воздух в камеру пружинного энергоаккумулятора 19 (см. рисунок 1.1) поступает из ресивера через ускорительный клапан 20 стояночной тормозной системы. Если от ручного тормозного крана на ввод 4 (см.

рисунок 1.24) поступает сжатый воздух, который заполняет управляющую камеру (А), поршень-выключатель (а) ускорительного клапана перемещается вниз, открывая доступ воздуха из магистрали 1 в магистраль 2, соединенную с рабочей полостью (В) (см. рисунок 1.23) пружинного энергоаккумулятора. При этом происходит освобождение тормозного барабана от воздействия тормозных колодок. Стояночный тормоз выключен.

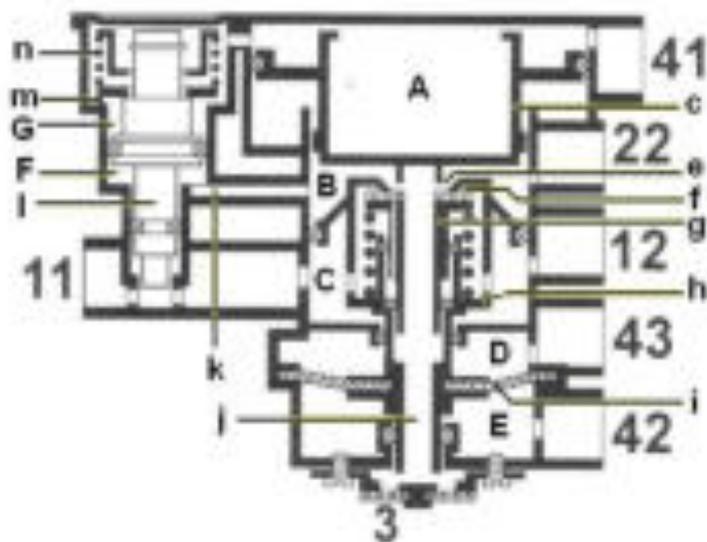
При включении стояночной тормозной системы через вывод 12 осуществляется частичный или полный сброс воздуха, находящегося под давлением в рабочей полости (В) энергоаккумулятора. Сила спиральной пружины (f) через поршень энергоаккумулятора (е) и шток (b) тормозной камеры воздействует на колесный тормоз. Если же из камеры (А) клапана-ускорителя (см. рисунок 1.24) с помощью ручного тормозного крана воздух выпустить, давление в камере (В) поднимет поршень (а) ускорительного клапана, закрыв доступ воздуха из ресивера через впускное кольцевое отверстие (с), и открыв выпускное кольцевое отверстие (b). Воздух из пружинной камеры энергоаккумулятора выйдет наружу через вывод 3 соединения клапана ускорителя с атмосферой. Включится стояночная тормозная система тягача.

### **1.1.3.5 Клапан управления тормозами прицепа с двухходовым двухпозиционным краном без возможности установки опережения**

Назначение клапана – управление двухмагистральной тормозной системой прицепа при помощи главного тормозного крана или ручного тормозного крана (см. рисунок 1.25). При обрыве или при отключении тормозной магистрали прицепа осуществляется запирающее подаваемого сжатого воздуха от автомобиля к прицепу.

При заполнении пневматической тормозной системы, подаваемый сжатый воздух проходит через вывод 11 (см. рисунок 1.26а) и нагружает поршень (I), который под воздействием сжатого воздуха перемещается вверх, сжимая пружину (n). Далее сжатый воздух проходит через камеру (С) и вывод 12 к

автоматической соединительной головке.



11 – линия подачи воздуха из ресивера; 12 – линия питания пневматической тормозной системы прицепа; 22 – линия управления тормозами прицепа; 41 – управляющая линия заднего контура тормозного крана тягача; 42 – управляющая линия переднего контура тормозного крана тягача; 43 – управляющая линия стояночного тормоза тягача; А – рабочая камера заднего контура; В – рабочая камера управляющего давления торможения прицепа; С – перепускная камера; D – рабочая камера стояночной тормозной системы; E – рабочая камера переднего контура; F – камера включения подачи воздуха к прицепу; G – камера отключения подачи воздуха к прицепу; с – поршень-ускоритель включения тормозов прицепа задним контуром; е – кольцевое отверстие выпуска воздуха из линии управления тормозами прицепа; f – кольцевое отверстие подачи воздуха в линию управления тормозами прицепа; g – клапан-ускоритель; h – поршень клапана-ускорителя; i – диафрагма управления поршнем клапана-ускорителя; j – канал выпуска воздуха; k – канал подачи сжатого воздуха к клапану прерывателю; l – клапан-прерыватель подачи воздуха к прицепу; m – кольцевой зазор клапана-прерывателя; n – возвратная пружина.

Рисунок 1.25 – Клапан управления тормозами прицепа с двухходовым двухпозиционным краном без возможности установки опережения.

При данном положении клапана управления тормозами прицепа вывод

22 получает соединение через вывод 3 с атмосферой. Это значит, что при отпущенной педали тормоза магистраль управления тормозами прицепа освобождается от сжатого воздуха.



Рисунок 1.26 – Работа клапана управления тормозами прицепа (а – режим работы при движении автомобиля без торможения; б – режим работы при торможении автопоезда рабочей тормозной системой).

При нажатии водителем на педаль тормоза (см. рисунок 1.26b) срабатывает двухконтурный тормозной кран. От первого контура воздух поступает через вход 41 в камеру (А), воздействуя на поршень (с) и далее, через отверстие в полость (G), нагружая поршень (I). Поршень (I) под действием этого давления перемещается вниз, выбирая зазор (m), до соприкосновения с корпусом. Поршень (с) под воздействием сжатого воздуха, поступающего через вывод 41, перемещается вниз. При соприкосновении поршня (с) в торцевом уплотнении клапана (g) зазор (е) выбирается, разрывая сообщение вывода 22 с атмосферой через выход 3. Дальнейшее перемещение поршня (с) вместе с клапаном (g) приводит к появлению зазора (f) между клапаном (g) и корпусом клапана (h). Имеющийся в камере (С) сжатый воздух поступает через полость (В) и вывод 22 и автоматическую соединительную головку в управляющую магистраль прицепа.

Давление в полости (В) действует на поршень (с) снизу, который, поднимаясь, увлекает за собой клапан (g). Торцевое уплотнение клапана (g) силой пружины прижимается к корпусу (h) клапана и выбирает зазор (f), прекращая

дальнейшее поступление воздуха к выводу 22. Таким образом, давление в управляющей магистрали торможением прицепа становится равным давлению в первом контуре тормозной системы тягача. Одновременно, давление из полости (В) по каналу (к) поступает в полость (F), приподнимая поршень (I).



Рисунок 1.27 – Работа клапана управления тормозами прицепа при нарушении герметичности управляющего контура рабочей тормозной системы а и разрыва линии управляющего давления б.

Сжатый воздух из тормозного крана тягача поступает не только через вывод 41, но и от второго контура тормозного крана тягача через вывод 42 в камеру (E) под диафрагму (i). Сверху на диафрагму (i) действует давление, поступающего в камеру (D) сжатого воздуха через тормозной кран управления ручным тормозом. Давление в полости (C) и полости (D) одинаковы и равны системному давлению, то есть давлению, создаваемому компрессором. Давление в камере (C), воздействуя на корпус клапана (h) снизу, пытается приподнять корпус клапана вверх, навстречу поршню (с). Одновременно давление в камере (D), оказывая воздействие на диафрагму (i) сверху, пытается переместить корпус (h) клапана вниз. Эти две силы, возникающие в результате давлений в камерах (D) и (C) компенсируют друг друга. Но если в камеру (E) подать сжатый воздух, то корпус клапана (h) начнет перемещаться вверх под действием дополнительной силы, действующей со стороны камеры (E).

Если первый контур тормозной системы тягача выйдет из строя (см. рисунок 1.27), давление, поступающее в камеру (E), переместит корпус клапана

(h) до соприкосновения с поршнем (а). Выберется зазор (e), затем образуется зазор (f) и произойдет поступление воздуха к выходу 22. При обрыве магистрали управления торможением прицепа (вывод 22) и срабатывании рабочей тормозной системы тягача не происходит увеличение давления в камерах (B) и (F). Поршень (I) под действием управляющего давления, поступающего в камеру (G), переместится вниз, запирая поступающий к выводу 12 через вывод 11 сжатый воздух. Одновременно произойдет снижение давления в питающей магистрали 12 прицепа, так как поршень (с), перемещаясь вниз, откроет зазор (f). Через образовавшийся зазор воздух из магистрали 12 через полость С начнет выходить через вывод 22 в месте обрыва магистрали управления торможением прицепа, что приведет к принудительному включению аварийного торможения прицепа.

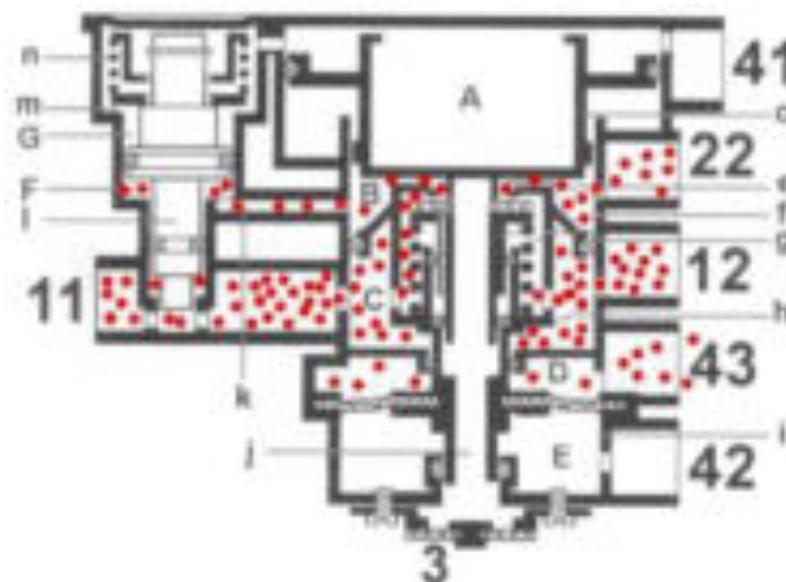


Рисунок 1.28 – Работа клапана управления торможением прицепом при постановке автомобиля на стоянку (включении стояночного тормоза).

Рассмотрим управление режимом торможения прицепа с помощью ручного тормозного крана (см. рисунок 1.28).

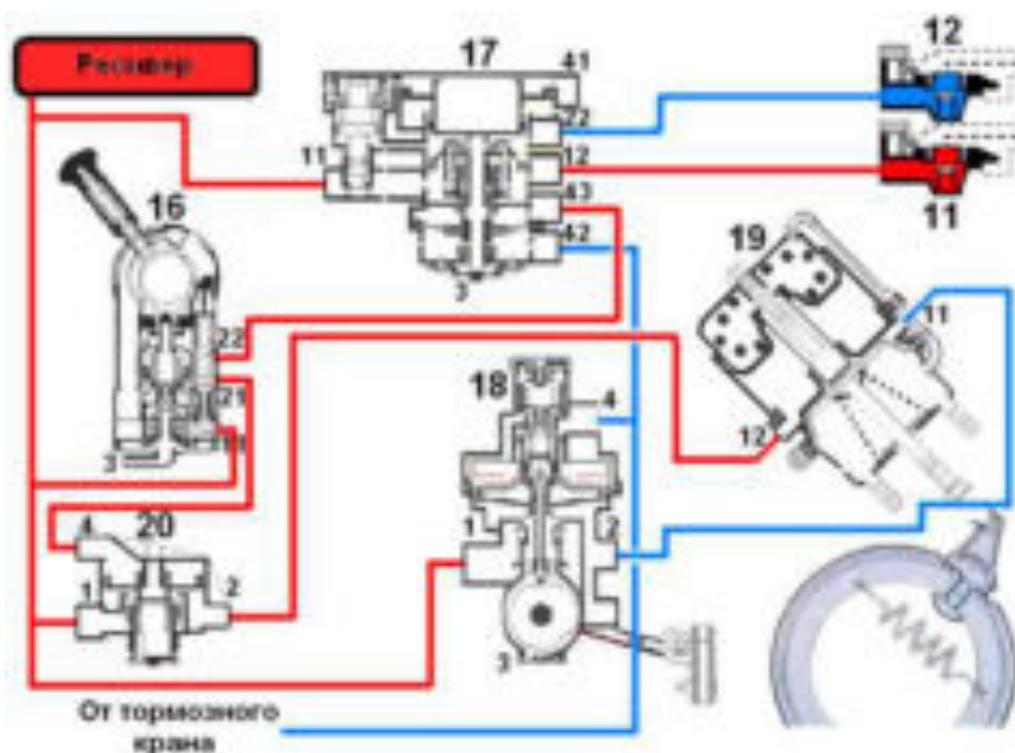
Если с помощью ручного крана стояночного тормоза выпустить воздух из камеры (D), то преобладающее давление в полости (C) начнет перемещать корпус (h) клапана вверх. Произойдет соприкосновение клапана (g) с поршнем (с), что приведет к образованию зазора (f) между торцевой поверхностью кла-

пана (g) и его корпусом (h). В образовавшийся зазор из камеры (C) начнет поступать воздух в камеру (B) и затем в управляющую магистраль 22 прицепа. Это приведет к срабатыванию тормозной системы прицепа.

Уяснив принцип действия клапана управления торможением прицепа можно приступить к рассмотрению принципа действия ручного крана стояночного тормоза.

#### 1.1.4 Приборы стояночной тормозной системы автомобиля-тягача

Чтобы понять, как работает стояночная тормозная система её и приборы, рассмотрим рисунок 1.29.



11 – соединительная головка подачи сжатого воздуха в тормозную систему прицепа; 12 – соединительная головка подачи управляющего сигнала начала торможения в тормозную систему прицепа; 16 – ручной тормозной кран; 17 – клапан управления тормозами прицепа; 18 – регулятор тормозных сил в задней оси тягача; 19 – тормозная камера с энергоаккумулятором; 20 – клапан-ускоритель стояночной тормозной системы тягача.

Рисунок 1.29 – Стояночная тормозная система тягача.

Ручной тормозной кран 16 выводом 11 подключен к снабжению сжатым воздухом. Если ручной кран переведен в положение «расторжено» (см. рисунок 1.30) через его выходы 21 и 22 сжатый воздух проходит соответственно к выводу 4 клапана-ускорителя 20 (см. рисунок 1.29) и выводу 43 тормозного клапана 17 управления торможением прицепа.

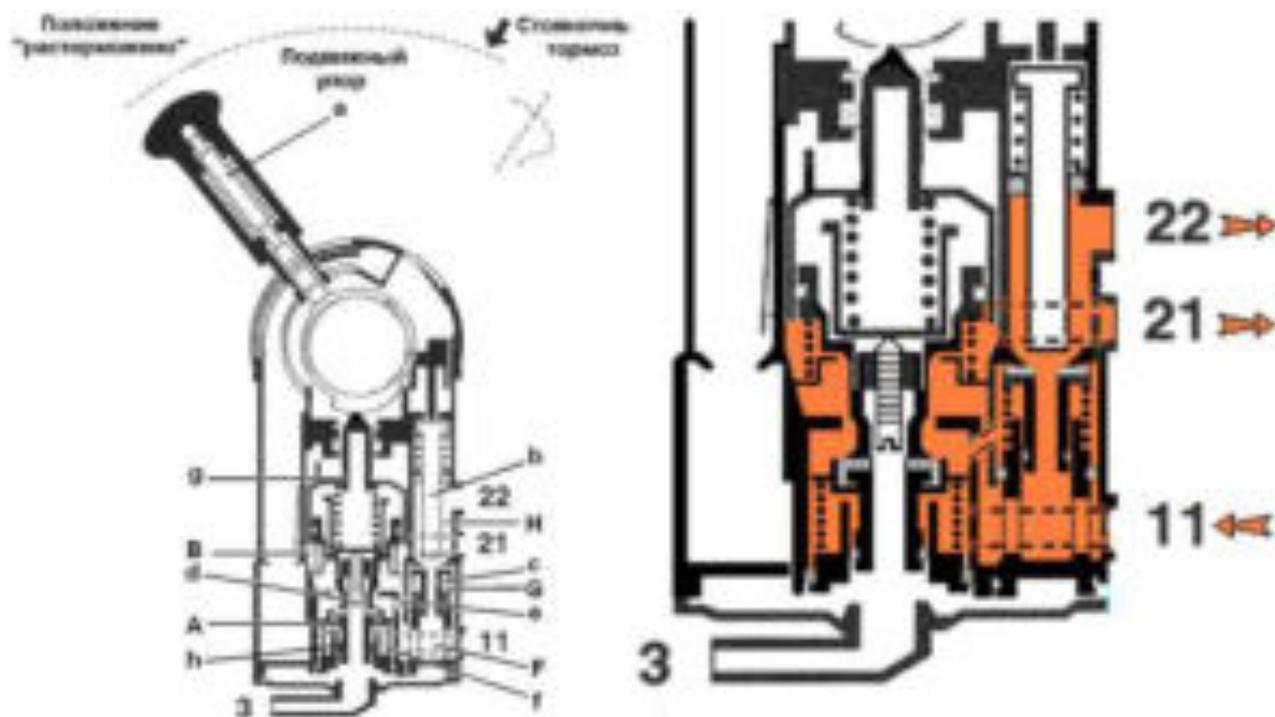
Ранее нами рассматривалось устройство клапана-ускорителя 20 (см. рисунок 1.24), клапана управления тормозами прицепа 17 (см. рисунок 1.25), и тормозной камеры с энергоаккумулятором 19 (см. рисунок 1.23). Напоминаю, что клапан-ускоритель 20 при поступлении сжатого воздуха на вывод 4 находится в проводящем состоянии. А это значит, что сжатый воздух, поступающий от ресивера к выводу 1 может проходить через вывод 2 к энергоаккумулятору 19, растормаживая его. Клапан управления тормозами прицепа 17 получает сжатый воздух на вывод 43 от вывода 22 ручного тормозного крана 16. В этом случае клапан управления тормозами прицепа находится в состоянии готовности к торможению прицепа при подаче управляющего сигнала от тормозного крана на вывод 42 и (или) 41.

Если ручной тормозной кран 16 перевести в положение включения стояночного тормоза, прерывается снабжение сжатым воздухом от его вывода 11 к выводам 21 и 22. Эти два вывода получают возможность сброса находящегося в них и обслуживающих этими линиями приборов. Это значит, что клапан ускоритель 20 сбросив воздух из верхней камеры, прервет подачу сжатого воздуха к энергоаккумулятору 19, соединив линию, от его вывода 12 через вывод 2 клапана-ускорителя 20 с атмосферой. Энергоаккумулятор затормозит заднюю ось тягача.

Вывод 43 клапана управления тормозами прицепа 17 через вывод 22 ручного крана 16 получает соединение с атмосферой и происходит сброс воздуха из тормозного клапана в атмосферу. В этом случае тормозной клапан подает управляющий сигнал на тормозной кран прицепа и происходит торможение прицепа его рабочей тормозной системой.

### 1.1.4.1 Ручной тормозной кран

Назначение ручного тормозного крана – включение стояночной тормозной системы тягача и рабочей тормозной системы прицепа. Конструкция ручного тормозного крана предусматривает наличие контрольного положения для проверки эффективности стояночной тормозной системы автомобиля без подключения к работе рабочей тормозной системы прицепа.



3 – линия сброса воздуха в атмосферу; 11 – линия подачи сжатого воздуха из ресивера; 21 – линия управления стояночным тормозом тягача; 22 – линия управления тормозной системой прицепа; А – приемная камера; В – камера питания стояночного тормоза тягача; F – канал подачи сжатого воздуха в ручной тормозной кран; G – камера воздухообеспечения во время проверки удержания автопоезда стояночной системой тягача; Н – камера подачи воздуха в тормозной клапан прицепа; а – рычаг управления ручным тормозным краном; b – поршень отключения тормозов прицепа; с – клапан проверки удержания автопоезда стояночной системой тягача; d – клапан включения стояночного тормоза; e – канал подачи воздуха к проверочному клапану; f – возвратная пружина клапана; g – толкатель; h – клапан сброса воздуха.

Рисунок 1.30 – Ручной тормозной кран в положении «расторжено».

Рассмотрим рисунок 1.30. В положении «расторжено» рычаг (а) переведен в крайнее переднее положение, при котором толкатель (g) перемещает клапан (d) включения стояночной тормозной системы вниз. Клапан (d) нижней кромкой ложится на торцевое уплотнение клапана (h) сброса воздуха, который перемещается вниз навстречу пружине (f), отсекая выпуск воздуха от выводов 21 и 22. Одновременно клапан сброса воздуха (h) толкателем (d) отжимается от корпуса, открывая проход сжатому воздуху из камеры (А) в камеру (В). Имеющийся на входе 11 сжатый воздух через открытый клапан (h) проходит к выводам 21 и 22, соединенным соответственно с клапаном-ускорителем 20 (см. рисунок 1.29) и клапаном управления тормозами прицепа 17.

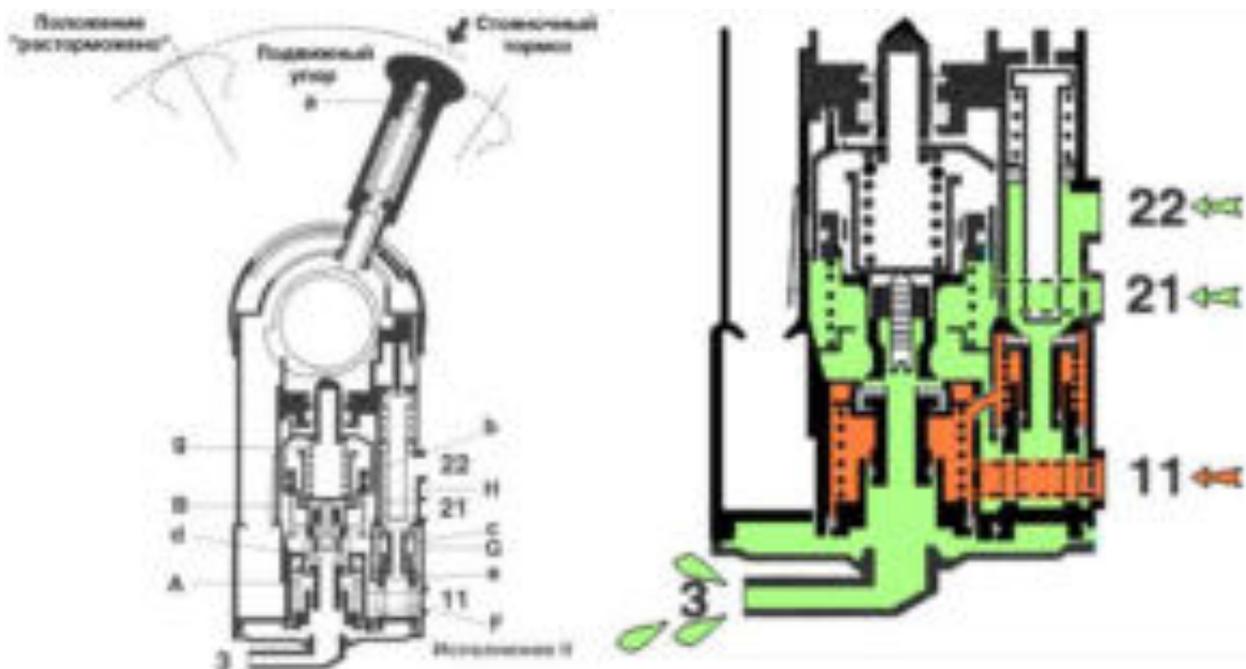


Рисунок 1.31 – Работа ручного тормозного крана в режиме включения стояночного тормоза.

Если ручной тормозной кран перевести в положение включения стояночного тормоза дисковый профилированный кулачок освободит толкатель (g), который возвратной пружиной будет поднят вверх. Клапан (d) освобожденный от воздействия толкателя также переместится вверх, разъединив сообщение между камерами (А) и (В), так как торцевое уплотнение клапана ляжет на корпус, закрывая кольцевое отверстие сообщения камер (А) и (В). Дальнейшее движение поршня (d) откроет возможность выхода воздуха в атмосферу

из контуров, соединенных с выводами 21 и 22, а эти два вывода соединены соответственно с клапаном ускорителем 20 (см. рисунок 1.29), управляющим энергоаккумулятором 19 тормозной камеры задней оси, и клапаном управления тормозами прицепа 17. Следовательно, при переводе ручного тормозного крана в положение «Стояночная тормозная система включена» тягач удерживается тормозами своей задней оси, а прицеп – рабочей тормозной системой.

В соответствии с приложением V Директив Совета Европейского Сообщества (RREG) автопоезд должен удерживаться на месте при торможении стояночной тормозной системой одной осью тягача при отключении рабочей тормозной системы прицепа. Это связано с риском постепенного выхода воздуха из пневматической тормозной системы прицепа при длительной стоянке автопоезда и прекращения работы тормозной системы прицепа.

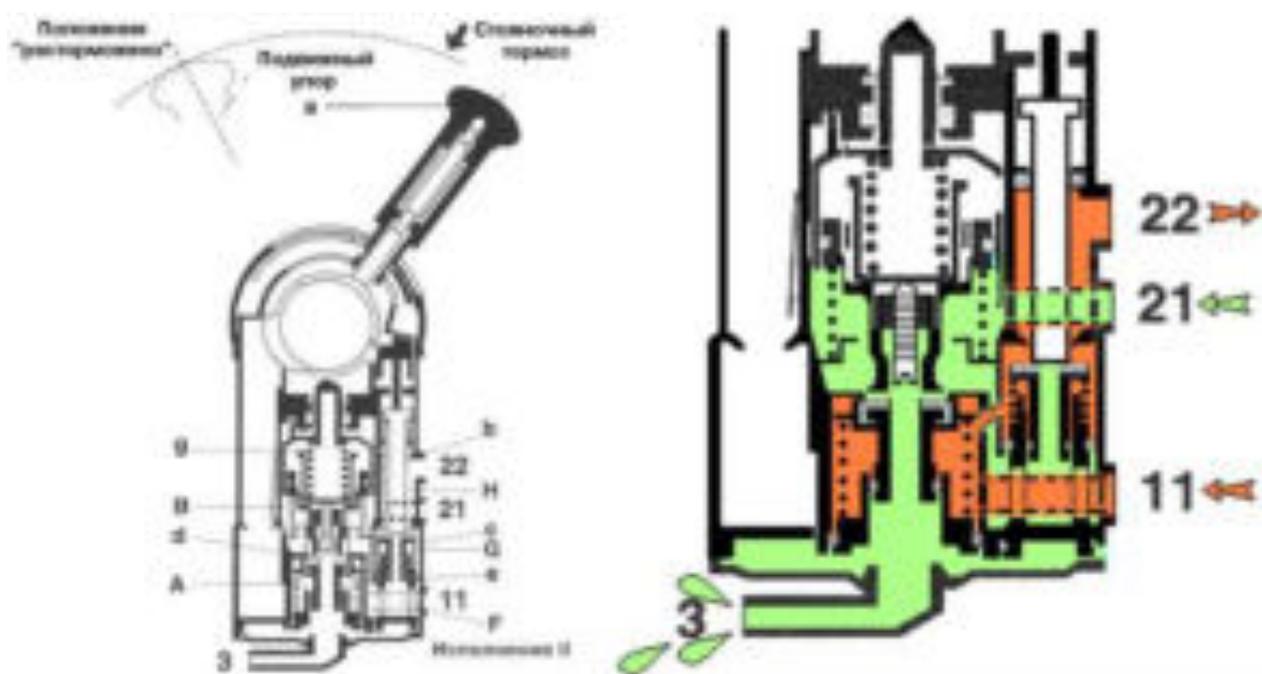
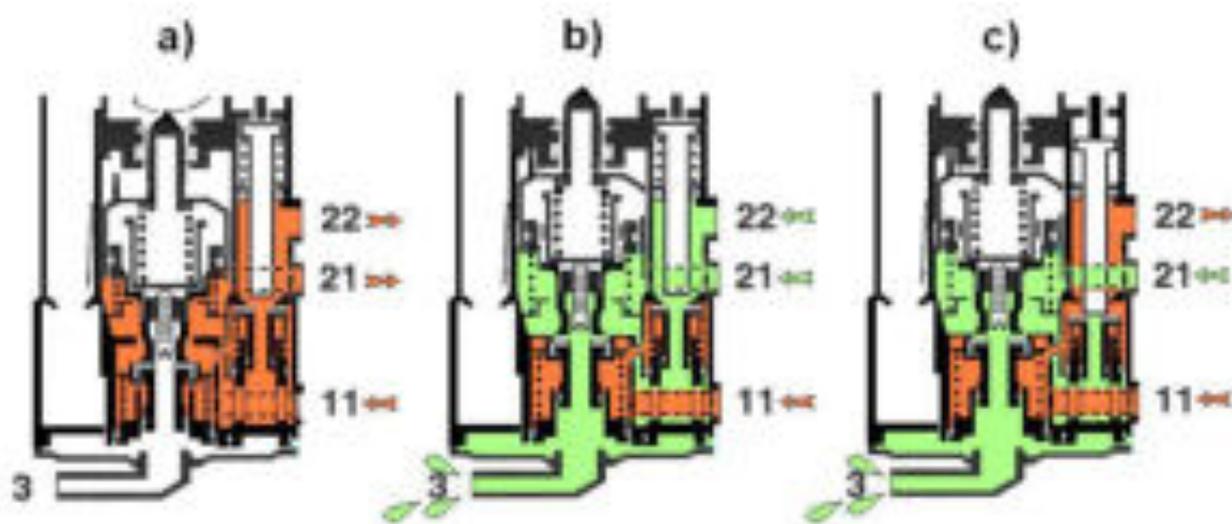


Рисунок 1.32 – Работа ручного тормозного крана в режиме проверки удержания автопоезда стояночной тормозной системой тягача.

Для проверки удержания автопоезда одной стояночной системой тягача предусмотрено дополнительное проверочное положение, предназначенное для проверки режима торможения одной осью прицепа. При переводе рычага в крайнее положение (см. рисунок 1.32) поршень (b) ложится на центральное отверстие клапана (c) перекрывая его. Одновременно клапан (c) двигаясь вниз,

отжимается от корпуса, обеспечивая поступление сжатого воздуха к выводу 22, соединенному с клапаном управления тормозами прицепа. Вывод 21 при этом остается соединенным с атмосферой. Таким образом, стояночная тормозная система тягача из-за выпуска воздуха из управляющей камеры клапана-ускорителя 20 (см. рисунок 1.29) включается, обеспечивая прижатие тормозных колодок к барабану задней оси тягача, а рабочая тормозная система прицепа не включается, так как от вывода 22 ручного тормозного крана продолжает поступать сжатый воздух к выводу 43 клапана управления тормозами прицепа.

Положение проверки не фиксировано, то есть рычаг (а) (см. рисунок 1.32) может в этом положении удерживаться водителем, нажавшим на подвижный упор рычага. Как только водитель прекратит удерживать рычаг, он автоматически переведется в положение включения стояночной тормозной системы.



а – в положении «расторжено»; б – стояночный тормоз включен; с – режим проверки удержания автопоезда стояночной тормозной системой тягача.

Рисунок 1.33 – Работа системы клапанов ручного тормозного крана тягача.

В завершение предлагаем рассмотреть рисунок 1.33, на котором показаны все три положения управляющих клапанов ручного тормозного крана. Стрелками на этом рисунке показано направление подачи или выхода воздуха

из контуров, соединенных с тремя выводами ручного тормозного крана.

## **1.2 Пневматическая тормозная система прицепной техники**

### **1.2.1 Требования, предъявляемые к тормозным системам прицепов**

Пневматические системы автопоездов в соответствии с Директивой Совета Европейского экономического сообществ (RREG) 71/320/EWG и инструкцией ЕСЕ 13 (Правил №13 ЕЭК ООН) должны иметь не только два независимых контура, но и, как минимум, оснащаться системой ABS. Автомобильная промышленность России, имея очень большое отставание в оснащении автомобилей и прицепной техники, все же вынуждена будет примериться с этими требованиями, или должна будет прекратить выпуск морально устаревшей прицепной техники. Исходя из вышесказанного, считаю нецелесообразным приводить описание устаревших систем, тем более подробное описание принципа их работы можно найти в любом учебнике.

Прежде всего выясним, что означает одномагистральная, двухмагистральная или комбинированная пневматическая система прицепа.

При наличии одномагистральной тормозной системы во время движения автопоезда ресивер прицепа (полуприцепа) наполняется сжатым воздухом по единственной пневматической магистрали между тягачом и прицепом. Торможение прицепа происходит вследствие снижения давления в этой самой магистрали, что приводит к соответствующему срабатыванию клапанов воздухораспределителя. При срабатывании клапанов сжатый воздух из ресивера прицепа попадает в тормозные камеры колес прицепа. При аварийном отрыве прицепа происходит разъединение питающей линии, что приводит к резкому падению давления воздуха в ней, и происходит немедленное срабатывание тормозов прицепа.

Основным недостатком одноконтурного пневматического тормозного

привода прицепа является так называемая «истощаемость» – при неоднократном и частых торможениях, например на спуске, сжатый воздух из ресивера прицепа расходуется, давление в нем падает, не получая подпитки компрессора тягача. По этой причине современные автомобили не оснащают одноконтурными тормозными системами. Все системы пневматического управления торможением современных прицепов или полуприцепов являются двухмагистральными.

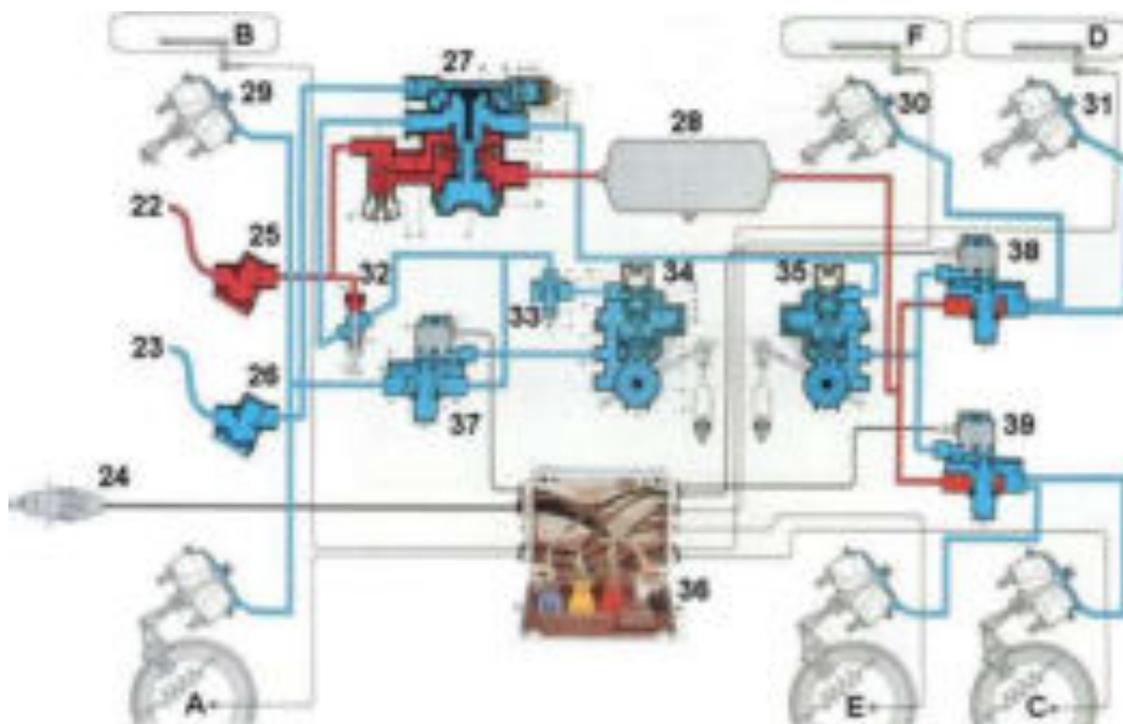
У двухмагистральных тормозных систем между тягачом и прицепом установлены две отдельные магистрали. Одна служит для питания ресивера прицепа сжатым воздухом, а другая – для управления режимом торможения. Преимуществом этой системы является постоянное пополнение ресивера прицепа даже при его торможении. Внешним признаком двухмагистральной пневматической тормозной системы прицепа является наличие двух соединений посредством витых полиамидных шлангов между прицепом (полуприцепом) и тягачом.

Комбинированная тормозная одно- и двух магистральная система тягача позволяет производить буксировку прицепов, оборудованных как одно- так и двух магистральных прицепов (полуприцепов).

### **1.2.2 Описание принципа работы компонентов пневматической системы прицепа**

Воздух, нагнетаемый компрессором тягача, поступает через соединительный витой шланг 22 и магистральный фильтр 25 (см. рисунок 1.34 и схему 1.35), защищающий тормозную систему прицепа от загрязнений. Твердые частицы могут попасть в питающий или управляющий контур при разъединении или соединении тормозной системы тягача с прицепом. Сжатый воздух поступает через вывод 1 (см. рисунок 1.36) и проходит через фильтровальный патрон. При наличии грязи, твердые частицы оседают в нем, и очищенный воздух поступает через вывод 2 к подключенным приборам тормозной системы.

При загрязнении фильтровального патрона он отжимается давлением вверх, и сжатый воздух проходит в систему неочищенным.



22 и 23 – соединительные витые шланги; 24 – головка электрического питания и управления АБС прицепа; 25 и 26 – магистральный фильтр; 27 – кран управления торможением прицепа; 28 – ресивер; 29 – тормозная камера передней оси прицепа; 30 и 31 – тормозная камера средней и задней оси прицепа; 32 – клапан растормаживания прицепа; 33 – пропорциональный клапан; 34 – регулятор тормозных сил средней оси прицепа; 35 – регулятор тормозных сил задней оси прицепа; 36 – ЭБУ АБС прицепа; 37 – электромагнитный клапан управления торможением передней оси; 38 – электромагнитный клапан управления торможением колес правого борта средней и задней осей; 39 – электромагнитный клапан управления торможением колес левого борта средней и задней осей.

Рисунок 1.34 – Пневматическая система прицепа.

При разъединении системы происходит самоочистение фильтровального патрона обратным током воздуха.

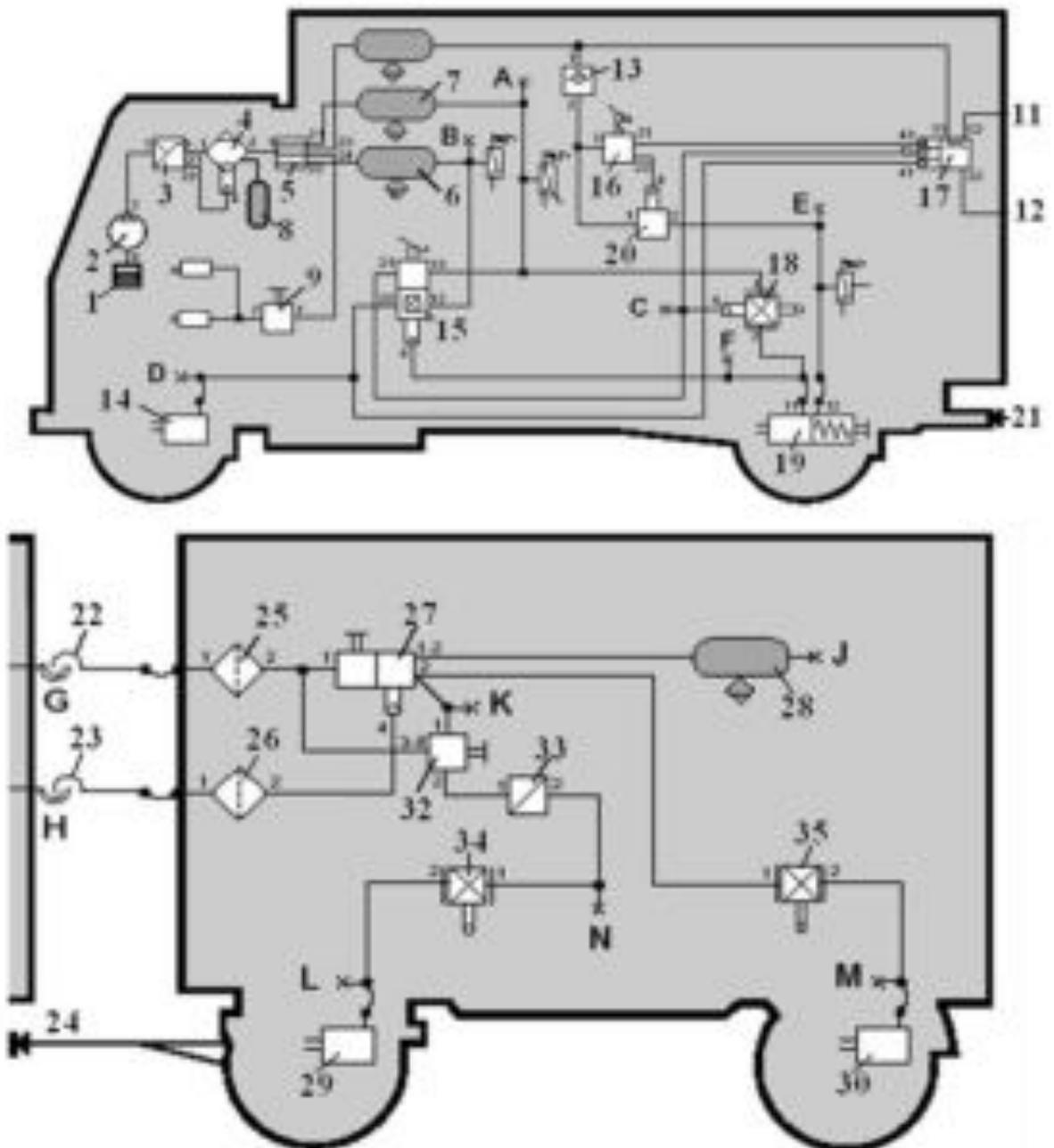


Рисунок 1.35 – Схематическое изображение пневматической системы тягача и прицепа.

На рисунке 1.35 показано: 1 – воздушный фильтр; 2 – компрессор; 3 – регулятор давления; 4 – вла-гоотделитель (осушитель) воздуха; 5 – четырехконтурный защитный клапан; 6 и 7 – ресиверы; 8 – ресивер регенерации осушителя воздуха; 9 – клапан управления заслонкой моторного тормоза; 10 – контрольные приборы; 11 – соединительный элемент (головка) питающей магистрали торможения прицепа; 12 – соединительный элемент (головка) магистрали управления торможением прицепом; 13 – обратный клапан

маги-страли стояночного тормоза; 14 – тормозная камера передней оси автомо-биля-тягача; 15 – двухконтурный тормозной кран; 16 – тормозной (ручной) кран управления стояночным тормозом; 17 – клапан управления торможением прицепа; 18 – регулятор тормозных сил задней оси автомо-биля; 19 – тормозная камера с энергоаккумулятором задней оси автомо-биля-тягача; 20 – клапан-ускоритель стояночного тормоза; 21 – стоп-сигнал; 22 и 23 – соединительные витые шланги; 24 – головка электриче-ского питания и управления АБС прицепа; 25 и 26 – магистральный фильтр; 27 – кран управления тормо-жением прицепа; 28 – ресивер; 29 – тормозная камера передней оси прицепа; 30и 31 – тормозная камера сред-ней и задней оси прицепа; 32 – клапан растор-маживания прицепа; 33 – пропорциональный клапан; 34 – регулятор тормоз-ных сил средней оси прицепа; 35 – регулятор тормозных сил задней оси при-цепа; 36 – ЭБУ АБС прицепа; 37 – электромагнитный клапан управления тор-можением передней оси; 38 – электромагнитный клапан управления торможе-нием колес правого борта средней и задней осей; 39 – электромагнитный кла-пан управления торможением колес левого борта средней и задней осей.

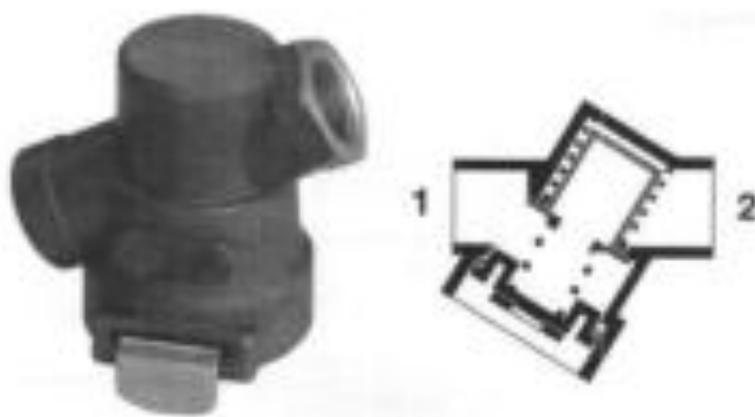


Рисунок 1.36 – Магистральный фильтр.

Снятие фильтровального патрона с целью его очистки и проверки производится при сервисном обслуживании автопоезда. Для разборки магистрального фильтра достаточно вытянуть пластину-фиксатор и вынуть содержимое фильтра.

### 1.2.2.1 Работа двухпозиционного выпускного клапана

Прицеп оборудован двухпозиционным клапаном с ручным приводом, обозначенным на схеме позицией 32 (см. рисунок 1.34 и схему 1.35). Этот клапан служит для временного включения тормозной системы прицепа без использования тормозной системы тягача. Возможность постановки прицепа на тормоз необходима, например, при разъединении сцепки.

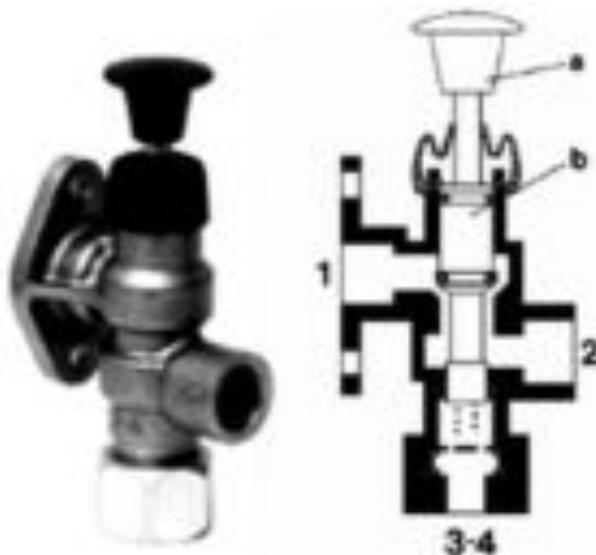


Рисунок 1.37 – Ручной клапан растормаживания прицепа.

В положении «расторможено» (см. рисунок 1.37) питающий вывод 3-4 клапана изолирован от двух других выводов (1 и 2), а два этих вывода между собой соединены.

При переводе клапана в положение «заторможено» (рукоятка клапана вдавлена) воздух поступает из нагнетательной магистрали 3-4 через вывод 2 в тормозные камеры передней оси прицепа. При этом линия 1 выпуска воздуха через открытый тормозной кран прицепа перекрывается. Тормозные камеры задних осей не задействованы.

Обратный перевод клапана в положение «расторможено» (рукоятка вытянута) позволяет произвести сброс давления из магистрали 2 управления тормозами передней оси через открытую линию 1 сброса давления тормозного крана прицепа, а питающая линия 3-4 ручного крана перекрывается.

### **1.2.2.2 Тормозной кран прицепа**

Тормозной кран прицепа устроен сложнее тормозного крана тягача:

Во-первых, управление тормозным краном прицепа производится по команде, поступающей от клапана управления тормозами прицепа, установленного на тягаче;

Во-вторых, тормозной кран прицепа должен обеспечивать аварийное торможение прицепа в случае его отрыва или разъединения витых соединительных шлангов, соединяющих тягач с прицепом;

В-третьих, тормозная система прицепа должна обладать свойством принудительного включения или принудительного отключения тормозов при транспортировке отцепленного от тягача прицепа.

Рассмотрим устройство и принцип работы тормозного крана прицепа в порядке исполнения возложенных на него функций.

### **1.2.2.3 Работа тормозного крана прицепа при обычном режиме торможения**

Тормозной кран прицепа предназначен для управления двухконтурной тормозной системы прицепа при срабатывании тормозной системы тягача, а также автоматического торможения прицепа при включении стояночной тормозной системы тягача или обрыве сцепки.

Тормозной кран прицепа с пристыкованным к нему клапаном растормаживания прицепа (см. рисунок 1.38) получает давление из питающей линии тягача через вывод 11 клапана растормаживания и передает его на вывод 1 тормозного крана прицепа. Резиновое уплотнение (с), установленное между корпусом тормозного крана и клапаном принудительного торможения (d), способно пропускать воздух от вывода 1 к выводам 1-2 и 12, но только в одном направлении, работая как обратный клапан. Вывод 1-2 соединен с ресивером 28 (см. рисунок 1.34 и схему 1.35) тормозной системы прицепа, в который при

работе компрессора тягача нагнетается сжатый воздух. При отключении компрессора, например при остановке двигателя, воздух из ресивера не может проходить от вывода 1-2 к выводу 1 из-за ограниченного пропуска воздуха манжетой (с). При разъединении сцепки отсечка воздуха, накаченного в ресивер происходит аналогичным образом.

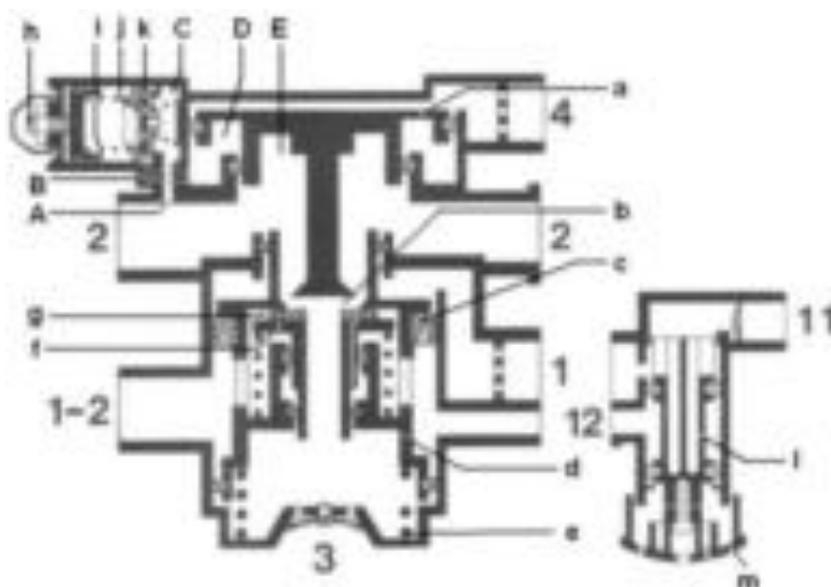
Вывод 4 тормозного крана прицепа соединен с управляющей линией, передающий сигнал о начале торможения через тормозной клапан управления тормозами прицепа, установленного на тягаче.

Выводы 2 соединены с передним и задним контуром тормозной системы прицепа. Если на контур 4 не поступает управляющий сигнал о начале торможения (см. рисунок 1.39а), оба вывода 2 соединены с атмосферой через кольцевой канал сброса воздуха (b) и выпускное отверстие 3, закрытое предохранительным резиновым пяточком, который препятствует проникновению грязи и влаги в корпус тормозного крана прицепа.

При движении прицепа сжатый воздух поступает от пневматической системы тягача через вывод 11 клапана растормаживания и, далее, через манжету (с) к выводу 1-2, соединенному с ресивером тормозной системы тягача. На вывод 4 тормозного крана прицепа управляющий сигнал не поступает, поэтому поршень (а) находится в крайнем верхнем положении. При работе компрессора тягача сжатый воздух, поступающий через вывод 1 тормозного крана прицепа, действует на клапан принудительного торможения (d) сверху. Давление нагнетаемого компрессором воздуха немногим больше давления в ресивере прицепа, поэтому клапан (d) отжимается этим давлением вниз. Между толкателем поршня (а) и клапаном рабочего торможения (f) образуется зазор (b) через который воздух из тормозных контуров, подключенных к выводам 2, может выходить через вывод 3 в атмосферу.

При разъединении сцепки (см. рисунок 1.40) давление в линии снабжения прицепа воздухом снижается, клапан принудительного торможения устремляется вверх навстречу толкателю поршня (а). Клапан рабочего торможения (f) упирается в толкатель, закрывая выпускной кольцевой канал (b) и

открывая кольцевой канал подачи воздуха (g). Через образовавшийся зазор сжатый воздух из ресивера тормозной системы прицепа, соединенного с выводом 1-2, устремляется к выводам 2, соединенным с тормозными камерами прицепа. Происходит принудительное торможение колес прицепа.



1 – линия подачи сжатого воздуха в пневматическую систему прицепа; 2 – линия питания переднего и заднего тормозных контуров прицепа; 3 – линия сброса воздуха в атмосферу; 4 – линия управления тормозами прицепа; 11 – линия поступления сжатого воздуха в клапан растормаживания прицепа; 12 – линия присоединения клапана к тормозному крану; 1-2 линия соединения тормозного крана с ресивером тормозной системы прицепа; А – перепускной канал, соединяющий линию переднего контура с регулятором давления; В – канал подачи контрдавления; С – камера регулятора давления; D – камера контрдавления, отключающего подачу воздуха в контуры; E – подпоршневая камера; а – поршень с толкателем; b – выпускной кольцевой канал; с – манжетное уплотнение; d – клапан принудительного торможения; e – возвратная пружина клапана растормаживания; f – клапан рабочего торможения; g – кольцевой канал подачи воздуха; h – узел регулирования давления; i – пружина клапана-регулятора давления; j – выпускные отверстия в клапане; k – клапан-регулирования давления торможения прицепа; l – золотник клапана растормаживания прицепа; m – кнопка привода клапана-растормаживания прицепа.

Рисунок 1.38 – Устройство тормозного крана прицепа.

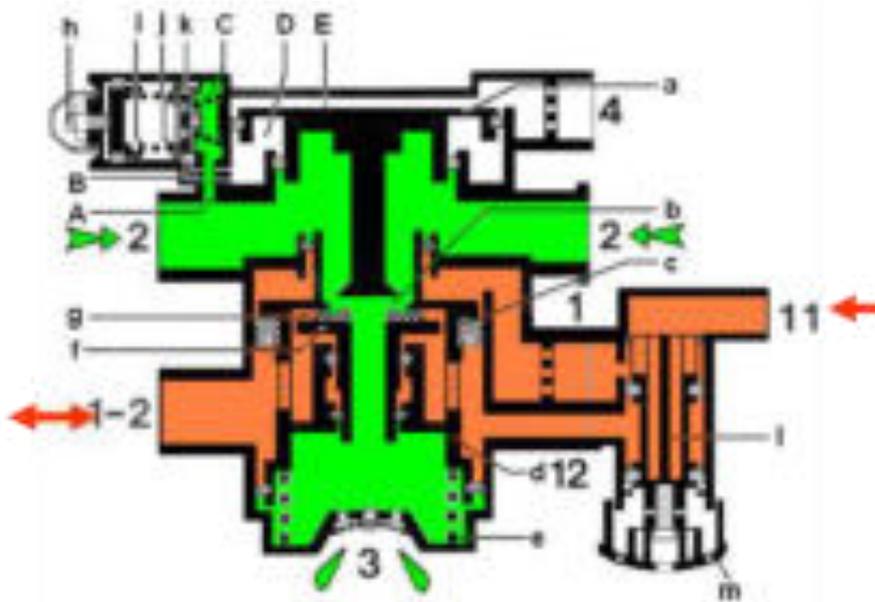


Рисунок 1.39 – Тормозной крана прицепа в положении «прицеп расторможен».

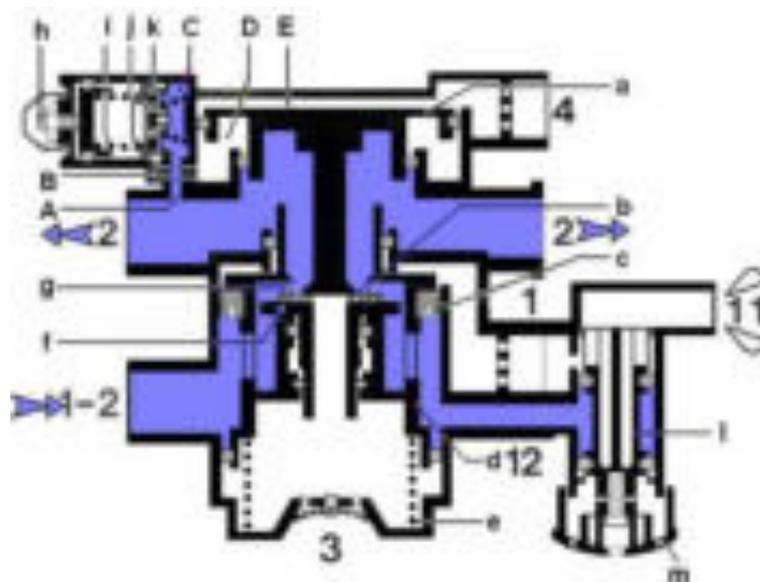


Рисунок 1.40 – Аварийное торможение прицепа при разъединении сцепки.

Рабочее торможение (см. рисунок 1.41) происходит при подаче управляющего сигнала в виде потока сжатого воздуха к выводу 4 тормозного крана прицепа. Под действием управляющего давления происходит перемещение поршня (а) вниз, который своим толкателем вначале разрывает сообщение выводов 2 с атмосферой, Закрыв кольцевой канал выпуска воздуха (b), а затем происходит открыти кольцевого канала подачи воздуха (g). Через образовавшийся зазор воздух от вывода 1-2, соединяющего тормозной кран с ресивером

прицепа, и вывода 1 подающего сжатый воздух от компрессора тягача через клапан принудительного растормаживания прицепа, поступает к выводам 2. Происходит рабочее торможение колес прицепа.

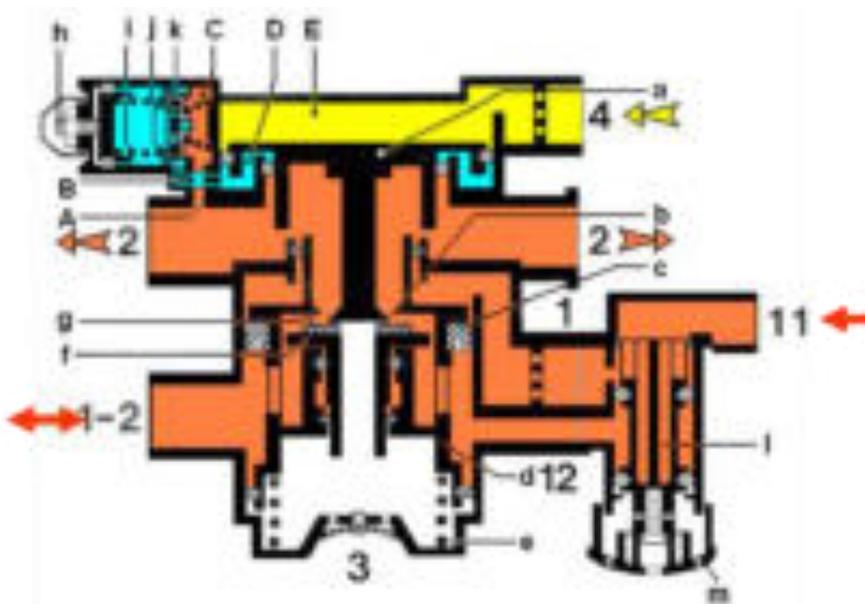


Рисунок 1.41 – Тормозной кран прицепа в режиме начала торможения.

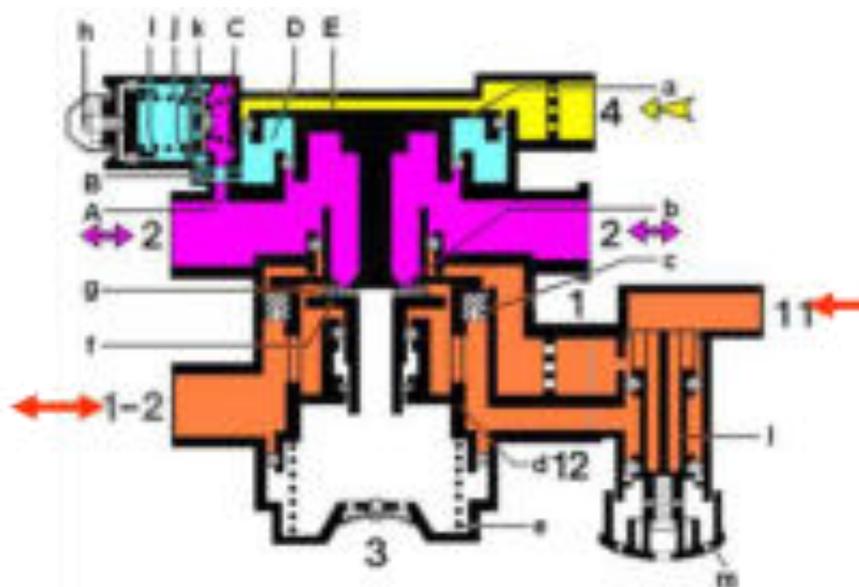


Рисунок 1.42 – Тормозной кран прицепа в режиме динамического баланса давлений.

Нарастающее в контурах давление воздуха через канал (А) (см. рисунок 1.41) передается в камеру (С), создавая усилие на клапане (к). Как только давление в камере (С) начнет преобладать, клапан (к) пересилит силу сжатия пружины (i). Воздух через канал (В) поступит в камеру (D) и нагрузит поршень (а) снизу. В результате суммирования сил от давления воздуха в камерах (D) и

(E), поршень (a) вместе с клапаном рабочего торможения (f), опирающимся на толкатель поршня, и клапаном принудительного торможения (d) начнет перемещаться вверх, так как сила от действия управляющего давления, действующего на верхнюю часть поршня, станет немногим меньше суммы сил, действующих на поршень снизу. Произойдет перекрытие зазора (g), через который воздух поступал к тормозным камерам прицепа. Вся система клапанов и поршней тормозного крана прицепа придет в состояние динамического равновесия (см. рисунок 1.42), при котором давление в тормозных камерах станет пропорциональным силе нажатия на педаль тормоза.

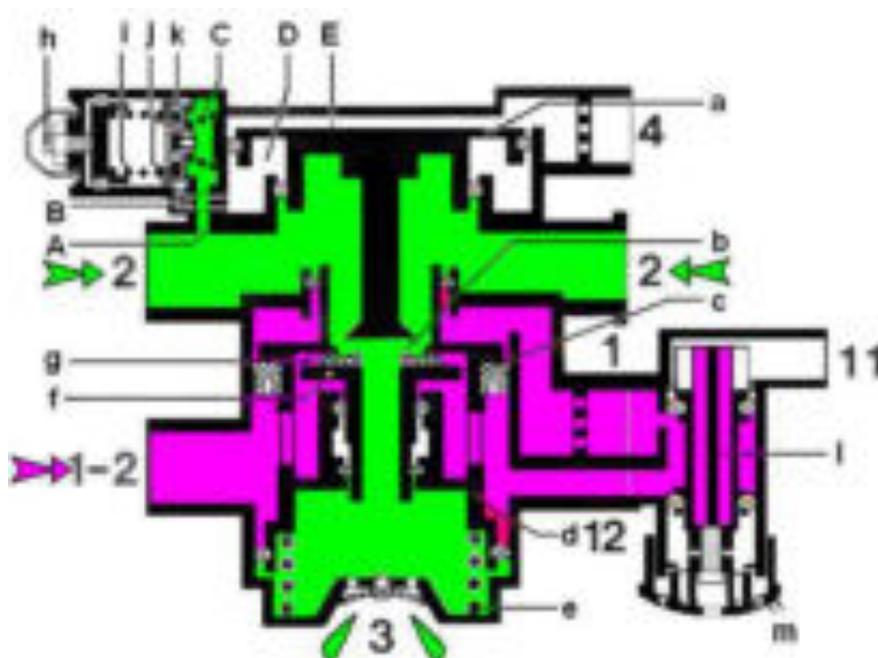


Рисунок 1.43 – Тормозной кран прицепа в режиме принудительного растормаживания.

Для регулировки растягивающего усилия, которое должно возникать в сцепке тягач – прицеп при торможении, винтом (h) можно изменить давление, поступающее в тормозные контуры прицепа через выходы 2. При вращении резьбового штифта (h) по часовой стрелке увеличивается сила сжатия пружины (i), что приведет к более позднему открытию клапана (k) и соответствующего снижения контр-давления в камере (D). Это, в свою очередь, приведет к росту давления в тормозных камерах прицепа. Таким образом, изменяя предварительное сжатие пружины (i) с помощью резьбового штифта (h) можно

установить опережение роста давления на выводах (2) по отношению к выводу (4) на максимальную величину в  $1 \text{ кг/см}^2$ . Благодаря этому можно создать растягивающее усилие в сцепке «тягач – прицеп».

После прекращения торможения автомобиля, и, соответственно прицепа, произойдет сброс управляющего давления с вывода (4). Поршень (а) освободившись от давления, воздействующего на его верхнюю часть, под действием давления в камере (D) переместится вверх (см. рисунок 1.39). Откроется выпускное отверстие (b), соединяющее тормозные камеры колес прицепа с атмосферой, при этом кольцевой канал подачи сжатого воздуха (g) останется закрытым.

Снижение давления в камере (C), соединенной каналом (A) с контурами тормозов прицепа, вызовет падение давления из камеры (D) при выходе воздуха через отверстия (j) клапана (k). Все механизмы тормозного крана перейдут в исходное положение.

#### **1.2.2.4 Торможение прицепа при включении стояночной тормозной системы тягача**

В предыдущей главе мы подробно рассмотрели принцип работы клапана управления тормозами прицепа. Напоминаю, что при включении стояночного тормоза через управляющий контур тормозной системы прицепа соответствующий управляющий сигнал поступит на вывод 4. Дальнейшая работа тормозного крана прицепа произойдет по рассмотренной выше схеме.

#### **1.2.2.5 Работа ручного клапана растормаживания прицепа**

Клапан растормаживания прицепа с ручным приводом пристыкован к тормозному крану прицепа. Этот клапан служит для растормаживания отцепленного прицепа, которое может возникнуть при необходимости перемещения прицепа без его подключения к пневматической тормозной системе тягача. С

этой целью кнопку (m) перемещают вверх до упора. Золотник клапана растормаживания прицепа (l – латинское эль) перекрывает проход воздуха от вывода 11 к выводу 1 тормозного крана и устанавливается связь между выводами 12 и 1 тормозного крана прицепа. Имеющееся на выводе 12 давление из ресивера прицепа от вывода 1-2 поступает на вывод 1 тормозного крана прицепа. Клапан принудительного торможения (d) под действием этого давления перемещается вниз, отводя уплотнение рабочего клапана (f) от толкателя поршня (a). Через образовавшийся зазор (b) сжатый воздух из тормозных контуров прицепа выйдет в атмосферу, тем самым, обеспечивая перевод тормозной системы прицепа в положение «расторжено».

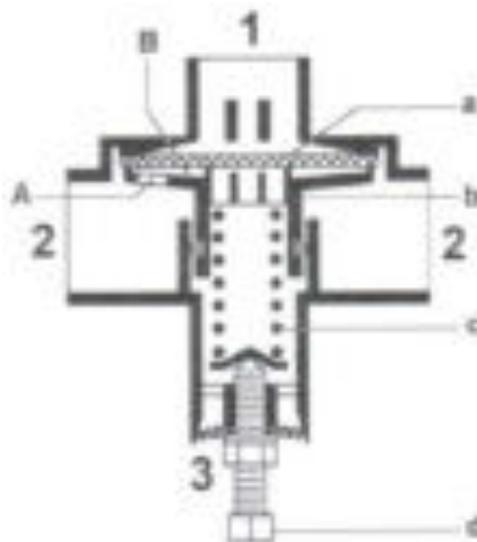
#### **1.2.2.6 Работа пневматического клапана соотношения давлений**

Клапан установлен перед автоматическим регулятором тормозных сил передней оси прицепа. Назначение клапана – уменьшить тормозную силу передней оси прицепа при служебном торможении, а также обеспечить быстрый сброс воздуха из тормозных цилиндров передней оси автомобиля.

У прицепов, которые эксплуатируются в горной местности и осуществляют продолжительные спуски под уклон, всегда наблюдается повышенный износ тормозных накладок передних колес, так как из-за установки на переднюю ось тормозных камер большего диаметра, рассчитанных на экстренное торможение, при служебном торможении возникает некоторое перетормаживание передних колес. Благодаря использованию клапана соотношения давлений тормозная сила передней оси при служебном торможении снижется настолько, что обе оси прицепа тормозятся с одинаковой интенсивностью, причем, при экстренном торможении наличие клапана не оказывает никакого влияния.

Поршень (b) (см. рисунок 1.44) клапана удерживается в верхнем положении силой сжатия пружины (c). Диафрагма (a) закрывает проход воздуха от

вывода 1 к выводам 2, однако при отсутствии воздействия давления на диафрагму со стороны ввода 1 воздух с выводов 2 может через отверстия (А) в поршне (b), отжав диафрагму вверх, выйти через поддиафрагменную полость (В) в атмосферу.



1 – линия входа воздуха; 2 – выходы, соединяющие клапан с тормозными камерами передней оси; 3 – линия сброса воздуха; А – отверстие в корпусе клапана; В – полость под диафрагмой; а – диафрагма; b – клапан соотношения давлений; с – возвратная пружина; d – регулировочный узел.

Рисунок 1.44 – Клапан соотношения давлений.

При срабатывании тормозной системы сжатый воздух проходит через вывод 1 к диафрагме (а), создавая на ней усилие. Как только это усилие станет больше усилия сжатия пружины (с), определенное силой затяжки винта (d), поршень (b) отожмется вниз. Сжатый воздух начнет проникать через верхнюю кромку диафрагмы (а) к выводу 2 и далее через автоматический регулятор тормозных сил к тормозным камерам.

Создаваемое на выводах 2 давление оказывает воздействие на диафрагму (а) снизу. Суммарное усилие от этого давления и силы сжатия пружины (с) препятствует дальнейшему перемещению поршня (b) вниз. Равновесие между силами, действующими на диафрагму и поршень сверху и снизу, приведут к возникновению динамического равновесия.

Из представленной схемы видно, что сила сжатия пружины (с) оказывает существенное влияние на тормозное усилие, возникающее в передней оси прицепа при служебном торможении.

### **1.2.2.7 Работа автоматических регуляторов тормозных сил**

Для определения необходимого тормозного усилия на осях прицепов могут применяться как регуляторы с механической связью между рамой и осью, так и регуляторы с пневматической связью, если в качестве упругих элементов на прицепе применяют пневмобаллоны. Подробное рассмотрение принципа работы автоматических регуляторов тормозных сил смотрите в предыдущей главе.

### **1.3 Системы ABS прицепной техники**

Системы предотвращения блокировки колес автопоезда призваны не только предотвращать занос автомобиля или прицепа при торможении на скользкой дороге, но и сохранять возможность руления, то есть возможность корректировать направление движения автомобиля во время торможения на скользкой дороге. Наличие систем, предотвращающих блокировку колес автомобиля-тягача и прицепа стало обязательным условием международного движения.

В начале 80-х годов прошлого столетия антиблокировочные системы впервые стали устанавливаться на тягачах, и первым, кто это сделал серийно, была Западно-Германская фирма WABCO. Вскоре фирма разработала и стала серийно устанавливать аналогичные системы и на прицепную технику. В 1989 году на смену разработанным ранее системам ABS были предложены приборы нового поколения, получившие название WARIO.

Возросшие требования производителей прицепов в плане дальнейшего упрощения монтажа и качественного контроля за функциями системы, стали

определяющими факторами развития нового поколения ABS – Vario Compact ABS-VCS.

### 1.3.1 Устройство системы ABS

История применения антиблокировочной системы на прицепной автомобильной технике немного короче истории применения ABS на тягачах. Тормозная система 40-тонного автопоезда, движущийся со скоростью 80 км час, при торможении утилизирует 1795,7 кВт энергии. Чтобы противостоять таким силам, нужна высококачественная, отточенная технология.

В этой главе мы подробно рассмотрим электронные системы управления автомобилем и прицепом, в качестве примера взяв приборы и системы, разработанные Западно-Германской фирмой WABCO. Конечно же, эта фирма – не монополист на рынке пневматического оборудования, но в пределах одного Учебного пособия рассмотреть все имеющиеся варианты пневматического оборудования невозможно, да и принцип работы аналогичного оборудования очень схож. Предлагаю остановить внимание на одной из современных систем ABS для прицепной техники, получившей название VCS (Vario Compact System), которая может использоваться на любом прицепе с пневматическим тормозным приводом.

ABS является дополнением к обычной тормозной системе и состоит из двух или четырех индуктивных колесных датчиков и зубчатых индукторных колес для определения их скорости вращения; одного, двух или трех электропневматических модуляторов, выполняющих следующие функции:

- Подъем тормозного давления;
- Поддержание тормозного давления на одном уровне;
- Снижение тормозного давления.

Электрическое управление регулируемого клапана-модулятора даёт возможность увеличивать или уменьшать давление в системе тормозного привода, а специальная функция «удержания тормозного давления» позволяет

улучшать регулирование и снизить расход воздуха.

Электронная система управления делится на четыре функциональные группы: входной контур; основной контур; контур обеспечения безопасности; контур управления клапанами.

Сигналы, поступающие с соответствующих индуктивных датчиков, фильтруются на входном контуре и преобразуются в цифровую форму, необходимую для определения частоты вращения каждого из колес.

Основной контур состоит из микрокомпьютера, в котором заложена комплексная расчетная программа, которая логически согласует сигналы и обеспечивает управление пневматическими клапанами.

Контур обеспечения безопасности осуществляет контроль работы ABS в начале движения, в процессе торможения и движения накатом. Иными словами, контур безопасности следит за состоянием датчиков, электромагнитных катушек управления регулирующими клапанами, электрическими соединениями компонентов, а также исправностью самого электронного блока управления (ЭБУ). Контрольная лампа информирует водителя о появившейся неисправности, а контур частично или полностью отключает управление системой. При этом система торможения продолжает работать в обычном режиме, однако функция защиты от блокировки либо отключается, либо ограничивается.

Контур управления клапанами состоит из выходных каскадов, состоящих из мощных транзисторных электронных ключей, управляемых сигналами, поступающими с основного контура, и включающих ток, подаваемый на соленоиды электропневматических клапанов.

### **1.3.2 Обзор конфигурации систем**

Перед создателями антиблокировочных систем стояла нелегкая задача: необходимо было разработать недорогую систему, которая легко и с минимальными затратами могла быть установлена на существующую прицепную технику.

Особенности торможения прицепа заключаются в следующем: если траекторию движения тягача или одиночного автомобиля при торможении на микшированной поверхности (поверхности с различными коэффициентами сцепления под левым и правым бортом) водитель способен подправить поворотом рулевого колеса, то прицеп, особенно снабженный поворотной осью, может не только сам отклониться от выбранной водителем траектории, но и увлечь за собой тягач, «сложив» сцепку. Поэтому, перед конструкторами стояла задача создать модульную систему, которая легко вписывалась не только в конструкцию прицепа, но и могла учитывать особенности его управления: наличие управляемой или подруливающей оси, расположение этих осей на прицепе и другие особенности.

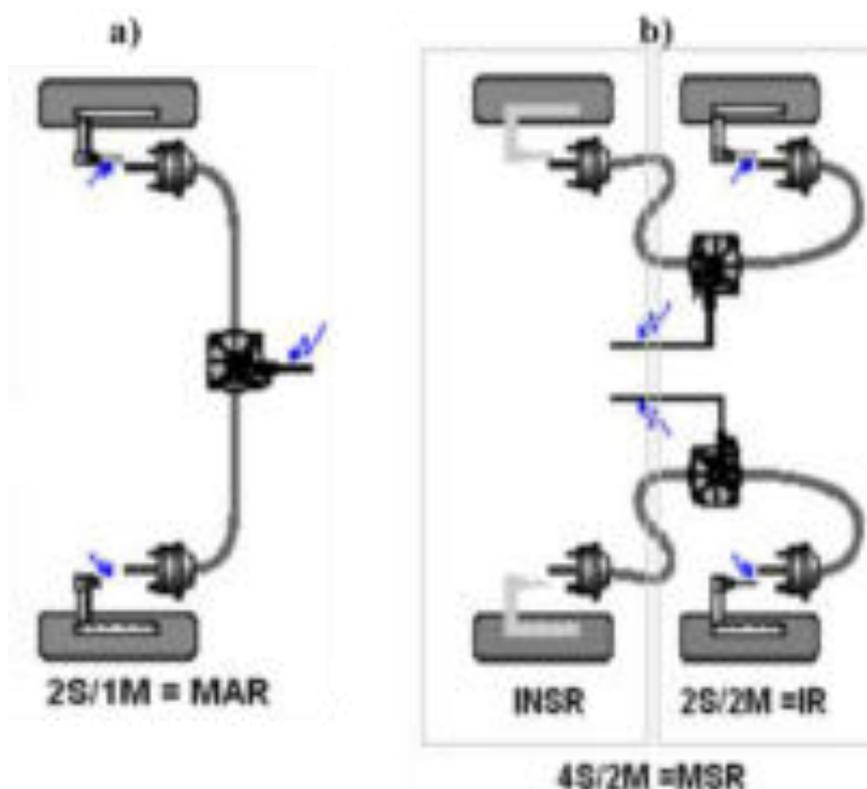


Рисунок 1.45 – Варианты конфигураций систем управления тормозами прицепа.

Vario Compact System построена по модульному принципу и может включать в себя системные конфигурации 2S/1M; 2S/2M; 4S/2M и 4S/3M. В обозначениях модулей систем буквой S обозначают датчики (sensors), а буквой M – модуляторы (modulators).

Конфигурация 2S/1M системы ABS (см. рисунок 1.45а) состоит из двух датчиков и одного модулятора, регулирующего режим торможения только одной оси. То колесо этой оси, которое проявит тенденцию к блокировке, будет играть доминирующую роль в процессе управления ABS, протекающего по принципу «модифицированного осевого регулирования» (MAR). Эта система способна обеспечить только одновременный сброс давления из колесных тормозных камер регулируемой оси, что является крайне нежелательным. Систем 2S/1M представляет собой минимальную конфигурацию, которая применяется лишь в исключительных случаях на легких одноосных полуприцепах или прицепах с близкорасположенными к центру прицепа двумя осями.

Конфигурация 2S/2M (см. рисунок 1.45b) отличается тем, что один датчик и один модулятор одного борта транспортного средства, образует один регулирующий канал. Тормозное усилие регулируется по принципу так называемого «индивидуального регулирования» (IR). При таком виде регулирования инициирование сброса давления из тормозной камеры производится из тормозной камеры только того колеса, которое снабжено датчиком частоты вращения. При опосредованно-индивидуальном регулировании на каждый из бортов транспортного средства воздействует тормозное усилие, соответствующее дорожным условиям под колесами этого борта, и предполагаемой эффективности торможения. В этом случае давление в тормозной камере колеса, не снабженные датчиками частоты вращения, регулируются одним и тем же модулятором, который обеспечивает регулировку тормозного усилия колеса того же борта снабженного датчиком частоты вращения. Такой тип регулирования получил название опосредованно-индивидуального регулирования (INIR).

Конфигурация 4S/2M предполагает установку двух датчиков с двух колес каждого из бортов прицепа. С помощью сигналов, поступающих с датчиков этих двух колес, осуществляется электронное управление одним модулятором. При этом каждый из бортов регулируется отдельно, то есть давление, подаваемое на колесные цилиндры одного борта, будет одинаковым. Если два

колеса расположенные с одного борта снабжены датчиками, то электронное регулирование процесса торможения происходит по типу «модифицированного бортового регулирования» (MSR). Процесс управления давлением в колесных цилиндрах будет определяться тем из колес с одного борта транспортного средства, которое первым проявит тенденцию к блокировке. Оба модулятора управляются электронным блоком ABS в индивидуальном порядке, а это значит, что каждый из бортов автотранспортного средства управляется по принципу индивидуального регулирования. Если же на многоосном транспортном средстве с данной конфигурацией дополнительно управляются колеса, не снабженные датчиками, этот процесс называется «опосредованное бортовое регулирование» (INSR).

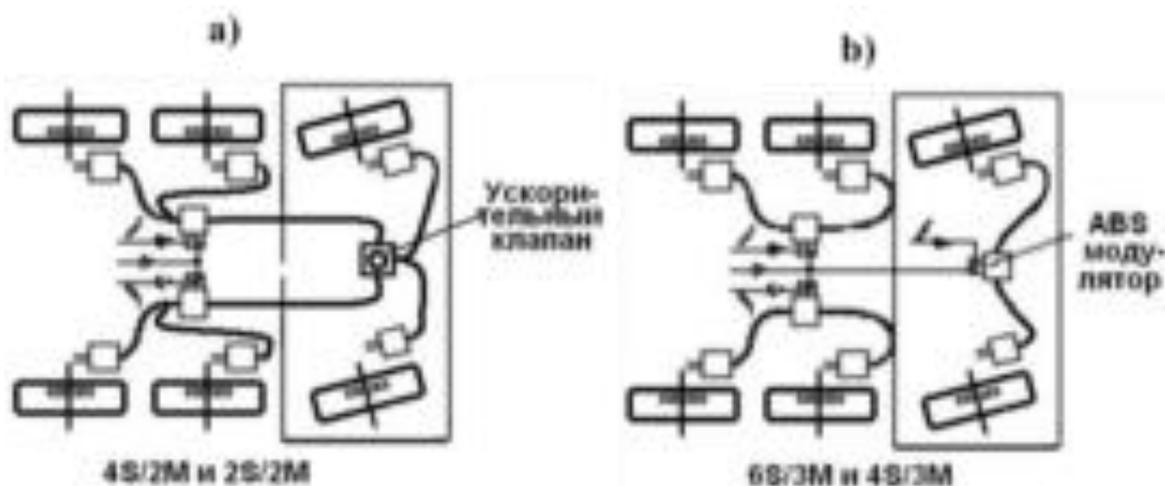


Рисунок 1.46 – Варианты конфигурации системы управления тормозами трехосного полуприцепа.

Конфигурация 4S/2M совместно с 2S/2M (см. рисунок 1.46а) чаще всего используется на прицепах и полуприцепах с самоустанавливающейся осью, то есть, совершающую некоторый поворот относительно продольной оси полуприцепа при движении автопоезда в повороте. Вместо модулятора, управляющего торможением подруливающей оси, устанавливается ускорительный клапан. Индивидуальное регулирование здесь неуместно, так как создание на двух колесах противоположных бортов различных по величине тормозных сил может спровоцировать поворот подруливающей оси или поворот управляемой оси относительно направления движения автопоезда.

Как более продвинутую конфигурацию на тяжелых полуприцепах с близко расположенными осями может применяться вариант конфигурации 6S/3M или 4S/3M (см. рисунок 1.46b). Для управления режимом торможения колес двух осей, расположенной перед подруливающей осью, используется по одному датчику для каждого из колес и одному модулятору, управляющего каждой парой колес, расположенных по одному борту. Эти колеса управляются по принципу «индивидуального регулирования» (IR).

Принцип управления 4S/3M сводится к комбинации из системы 2S/1M с MAR принципом на подруливающей оси и системы 2S/2M с IR на расположенных перед ней парой осей.

### 1.3.3 Описание цикла управления ABS

Рассмотрим принцип управления, наглядно изображенный на приведенном рисунке 1.47.

В главе «ABS и ASR легковых автомобилей» мы подробно рассматривали цикл регулирования, используя два параметра: скорость вращения колеса и давление тормозной жидкости в колесном цилиндре. В этой главе для лучшего понимания процесса управления торможением мы введем третий параметр: окружное ускорение колеса.

Управление торможением колеса производится по следующим регулируемым параметрам (см. рисунок 1.47):

- Допустимому порогу замедления колеса ( $-b$ ), при котором продольная сила сцепления колеса с дорогой выходит за пределы круга трения (см. рисунок 4.39), и значит, исчезает боковая сила, удерживающая колесо от бокового скольжения;
- Допустимому порогу ускорения колеса ( $+b$ ), при котором возникает пробуксовка колеса, ведущая к исчезновению боковой силы. Превышение допустимых пороговых значений ускорения и замедления приводят к потере управляемости автомобилем;

- Два значения порога проскальзывания колеса ( $\lambda_1$  и  $\lambda_2$ ).

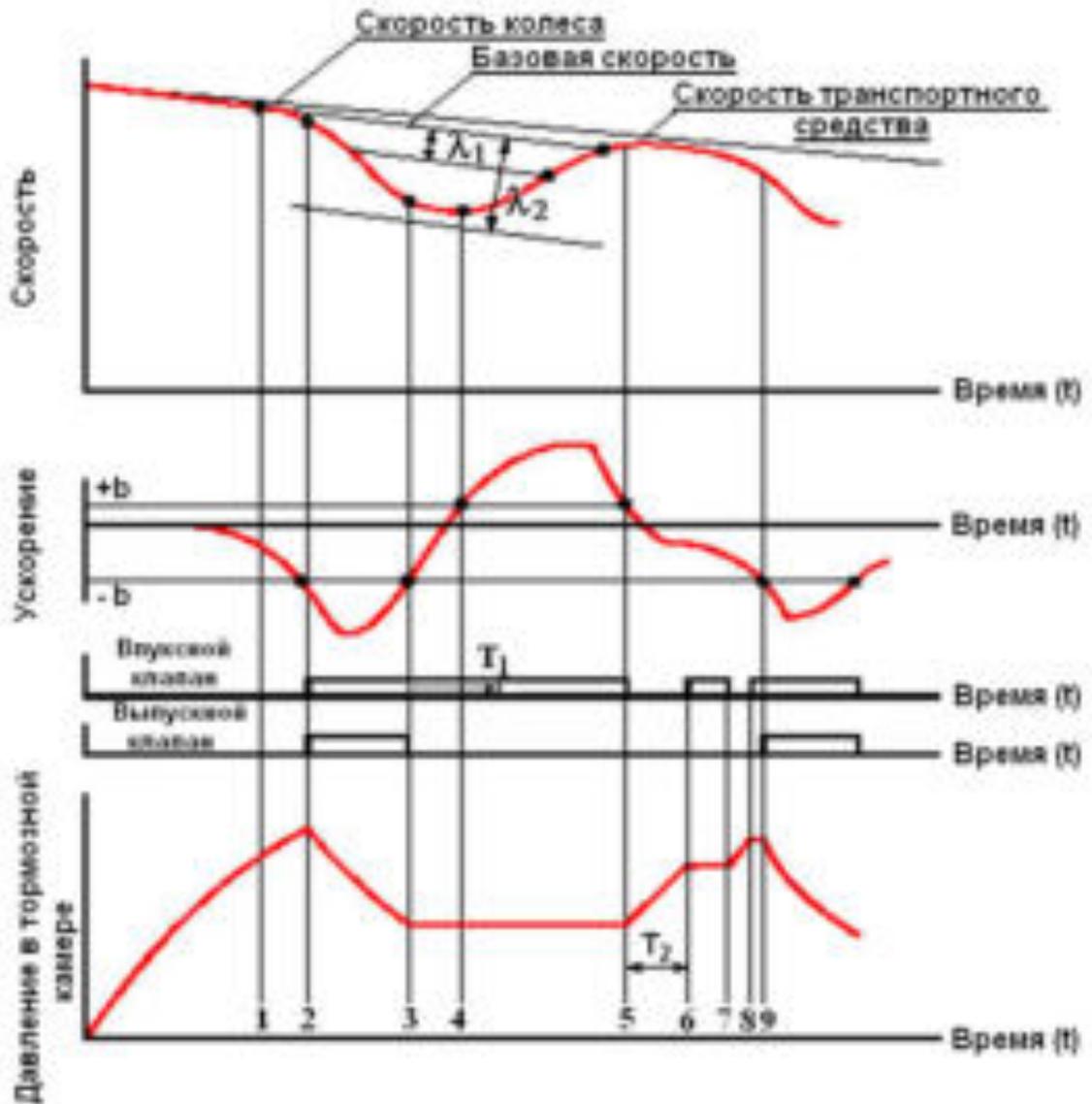


Рисунок 1.47 – Графики скорости ускорения и давления в тормозном цилиндре при работе ABS.

На графике показана скорость транспортного средства, базовая скорость, которая соответствует той скорости транспортного средства, которая согласуется со скоростью вращения колес, и истинная скорость колеса, которое подвергается управлению системой ABS. С увеличением тормозного давления происходит замедление колеса. В точке 1 замедление колеса превышает величину, которую замедление автомобиля физически превысить не может. Базовая скорость, которая до этого момента соответствовала скорости колеса, теперь значительно отличается от его скорости.

В точке 2 пороговое значение замедления ( $-b$ ) превышает, при этом движение колеса с таким значением проскальзывания, становится неустойчивым, так как практически исчезает сила бокового сцепления на этом колесе. Становится очевидным, что дальнейшее увеличение тормозного момента увеличивает исключительно замедление колеса, а не замедление самого транспортного средства. По этой причине тормозное давление в камере этого колеса быстро понижается и замедление колеса на короткий период времени уменьшается.

Время, требуемое для уменьшения замедления колеса, определяется гистерезисом колесного тормоза и характеристикой кривой проскальзывания в неустойчивом диапазоне. Гистерезисом называют продолжения действия какого-либо явления после исчезновения причины, её породившей. Только после прохождения гистерезиса колесного тормоза дальнейшее понижение давления ведет к снижению замедления колеса.

В точке 3 замедление колеса вновь переходит через нижний предел порога ( $-b$ ) и тормозное давление на протяжении фиксированного времени  $T_1$  остается постоянным.

Как правило, ускорение колеса превышает в течение этого периода времени порог ускорения ( $+b$ ) (точка 4). На время превышения этого порога давление в колесной тормозной камере удерживается на той же самой величине. Если ускорение колеса (например, на поверхности с низким коэффициентом сцепления) не достигает порога ускорения ( $+b$ ) за отрезок времени  $T_1$ , то тормозное давление через сигнал проскальзывания ( $\lambda_1$ ) понижается ещё ниже.

В точке 5 преодолевается порог ускорения ( $+b$ ) и колесо находится в стабильной зоне кривой проскальзывания.

Теперь на короткое время  $T_2$  тормозное давление подается со значительным нарастанием для преодоления гистерезиса механизма колесного тормоза. Период времени  $T_2$  для первого цикла регулировки задается постоянным, а для каждого последующего цикла рассчитывается заново. После быстрой началь-

ной фазы управления, в дальнейшем тормозное давление повышается с пульсацией, чередуя при этом фазы роста давления с его удержанием.

Число циклов регулировки определяется динамическими характеристиками всего контура, состоящего из: контура управления ABS, колесного тормоза, колеса и дорожного покрытия. Сцепление колеса с дорожным покрытием при этом имеет главное значение. Число циклов, как правило, составляют от трех до пяти за секунду но, например, на мокром льду, число циклов может быть и меньшим.

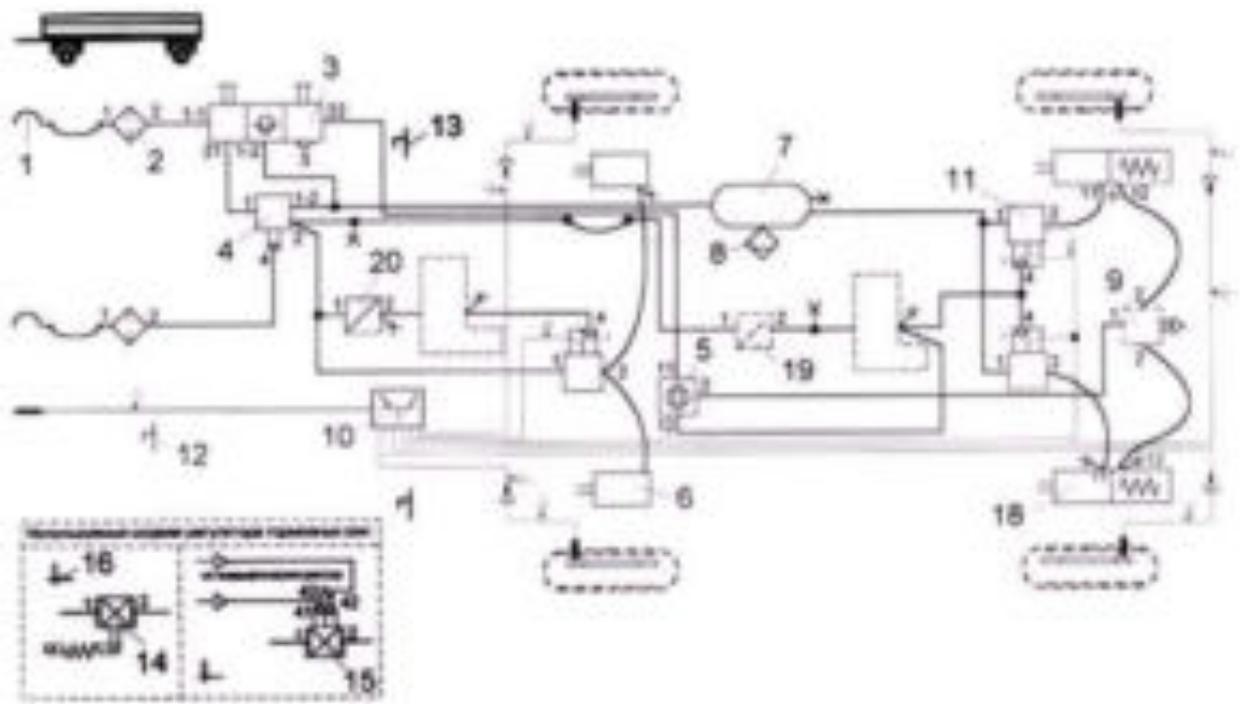
## **1.4 Конструкция и принцип работы приборов системы ABS прицепа**

Вначале рассмотрим принципиальную схему тормозной системы двухосного прицепа (см. рисунок 1.48), оборудованного системой ABS и выполненную в соответствии с Директивами Совета ЕЭС и принцип работы компонентов этой системы.

### **1.4.1 Сдвоенный кран растормаживания прицепа с обратным клапаном**

Сдвоенный кран (позиция 3 рисунка 1.48) предназначен для растормаживания прицепа с целью его перемещения без подключения к пневматической системе тягача. Сдвоенный кран применяется на прицепной технике, с установленными на задней оси прицепа тормозными камерами с энергоаккумуляторами.

Напоминаю, что тормозная камера с энергоаккумулятором служат для создания тормозной силы на колесном тормозном механизме (см. рисунок 1.23). Она состоит из диафрагменной камеры (А), которая используется при рабочем торможении и энергоаккумулятора (В), используемого для аварийного торможения и в качестве стояночного тормоза.



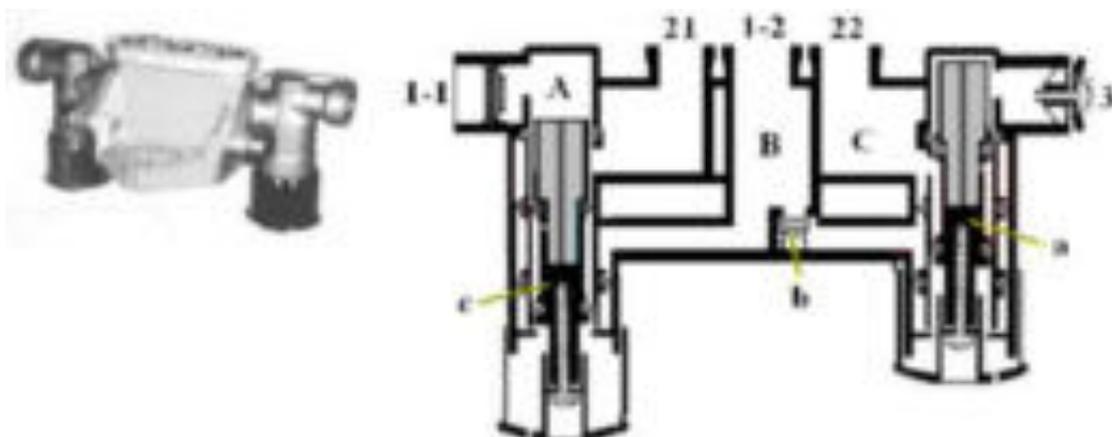
1 – соединительная головка; 2 – магистральный фильтр; 3 – сдвоенный кран растормаживания с обратным клапаном; 4 – тормозной кран прицепа; 5 – двух-магистральный клапан; 6 – тормозной цилиндр (тормозная камера); 7 – ресивер (воздушный баллон); 8 – клапан сброса конденсата; 9 – клапан быстрого растормаживания; 10 – электронный блок ABS; 11 – ускорительный клапан ABS; 12 – парковочная розетка ABS; 13 – крепежные приспособления для ABS; 14 – регулятор тормозных сил со встроенным упругим элементом; 15 – регулятор тормозных сил клапаном контрольного вывода; 16 – маркировочная табличка параметров регулятора тормозных сил; 17 – витой кабель ABS; 18 – тормозная камера с энергоаккумулятором; 19 – клапан ограничения давления; 20 – клапан соотношения давлений.

Рисунок 1.48 – Схема пневматической системы торможения двухосного прицепа.

При подключении прицепа к тягачу сжатый воздух поступает через вывод 1-1 (см. рисунок 1.49) в камеру (А) откуда через открытый клапан (с) и через вывод 21 проходит через тормозной кран прицепа (позиция 4 рисунка 1.48) в ресивер (позиция 7, там же).

Из линии, соединяющей тормозной кран прицепа с ресивером, сжатый воздух попадает через вывод 1-2 (см. рисунок 1.49) в камеру (В), открывает

клапан (b) и через камеру (C) и вывод 22 проникает через двухмагистральный клапан (позиция 5 рисунок 1.48) к подключенному клапану быстрого растормаживания 9. Поступивший в камеру энергоаккумулятора 18 из клапана быстрого растормаживания 9 сжатый воздух растормаживает тормозные механизмы задней оси прицепа.



1-1 – линия подачи сжатого воздуха из пневматической системы тягача; 1-2 – линия подачи воздуха из ресивера тормозной системы прицепа; 3 – вывод для сброса воздуха в атмосферу; 21 – линия подачи сжатого воздуха к тормозному крану; 22 – линия подачи сжатого воздуха к приборам торможения задней оси, снабженной камерами с энергоаккумуляторами; А – приемная камера; В – средняя камера; С – камера подачи воздуха к задней оси; а – поршень клапана растормаживания прицепа; b – обратный клапан; с – поршень клапана торможения прицепа энергоаккумулятором.

Рисунок 1.49 – Сдвоенный клапан растормаживания прицепа, снабженного тормозными камерами с энергоаккумуляторами.

В расцепленном состоянии вывод 1-1, а также и камера (А), соединенная через вывод 21 с тормозным краном прицепа (см. рисунок 1.51), получают через вывод 3 тормозного крана прицепа сообщение с атмосферой. Выходящий через вывод 1 тормозного крана прицепа сжатый воздух освободит от воздействия поршень (d), который перемещается вверх силой сжатия пружины и силой действия сжатого воздуха, поступающего через вывод 1-2 из ресивера. Напоминаю, что манжетное резиновое уплотнение (i) не пропускает обратный поток воздуха из ресивера (вывод 1-2) к клапану растормаживания прицепа

через вывод 1.

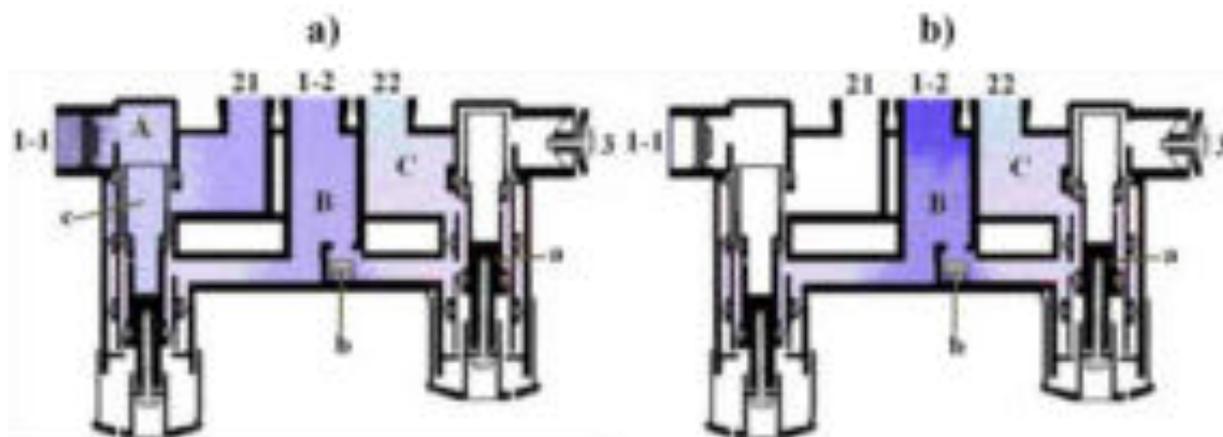
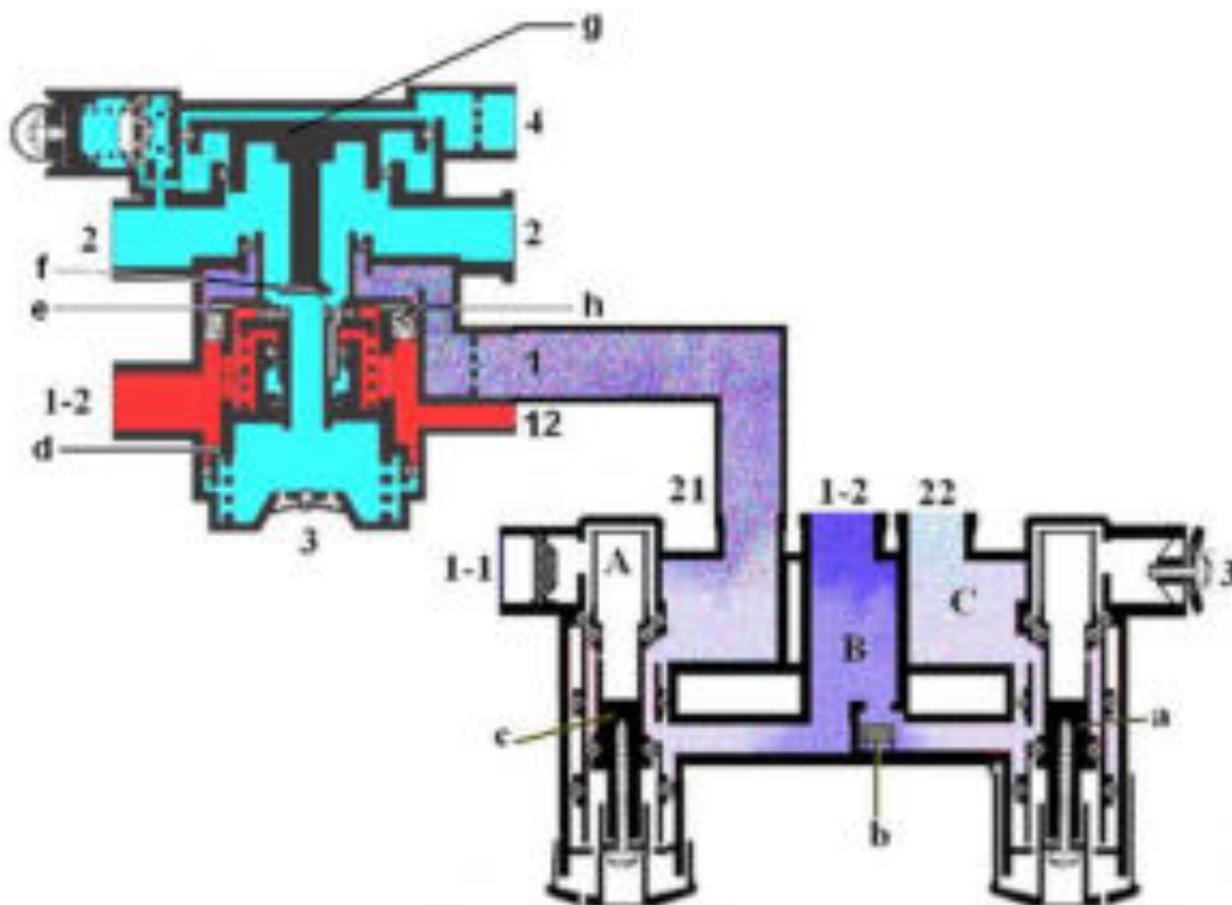


Рисунок 1.50 – Варианты поступления сжатого воздуха в двоянный клапан растормаживания прицепа (а – прицеп подключен к тягачу (подача воздуха от компрессора системы торможения тягача); б – прицеп отсоединен от тягача (подача воздуха из ресивера прицепа)).

Поршень (d) перемещаясь вверх, упирается торцевым уплотнением в удлинитель поршня (h), при этом разрывается связь выводов (2) с атмосферой, так как зазор (f) выбирается движущимся вверх поршнем (d). Дальнейшее восходящее движение поршня (d) повлечет образование зазора (e), через который сжатый воздух из ресивера через вывод (1-2) поступает на выводы (2), соединенные через ускорительные клапаны ABS с тормозными камерами. Тормозные камеры рабочей тормозной системы вызывают срабатывание тормозных механизмов.

Если возникла необходимость передвижения отцепленного от тягача прицепа, поршень (c) вдвигается в корпус клапана до упора. Вывод 1-1 клапана растормаживания теряет связь с атмосферой, так как уплотнения клапана (c) прерывают связь вывода 21 с выводом 1-1. Одновременно вывод 21 получает сообщение с выводом 1-2 через каналы корпуса клапана (c). Воздух из ресивера через вывод 1-2 и открытый клапан (c) поступает на вывод 21 и далее на вывод 1 тормозного крана прицепа. Поршень (d) тормозного крана прицепа получает нагрузку сверху и, перемещаясь вниз, растормаживает рабочую тормозную систему прицепа.



1 – вывод тормозного крана прицепа, используемый подачи сжатого воздуха в пневматическую систему прицепа; 2 – выходы питания переднего и заднего тормозных контуров прицепа; 3 – вывод сброса воздуха в атмосферу; 4 – линия управления тормозами прицепа; 21 – линия подачи сжатого воздуха в тормозной кран прицепа; 22 – линия присоединения энергоаккумуляторов задней оси прицепа; 1-1 – линия подачи воздуха в тормозную систему прицепа; 1-2 – линия соединения тормозного крана с ресивером тормозной системы прицепа; А – приемная камера; В – средняя камера; С – камера подачи воздуха к задней оси; а – поршень клапана растормаживания прицепа; b – обратный клапан; с – поршень клапана торможения прицепа энергоаккумулятором; d – кольцевой канал подачи воздуха; e – выпускной кольцевой канал; f – поршень с толкателем; g – манжетное уплотнение.

Рисунок 1.51 – Совместная работа сдвоенного клапана растормаживания прицепа с тормозным краном.

Для приведения в действие стояночного тормоза поршень (а) (см. рисунок 1.52) выдвигается до упора из корпуса клапана

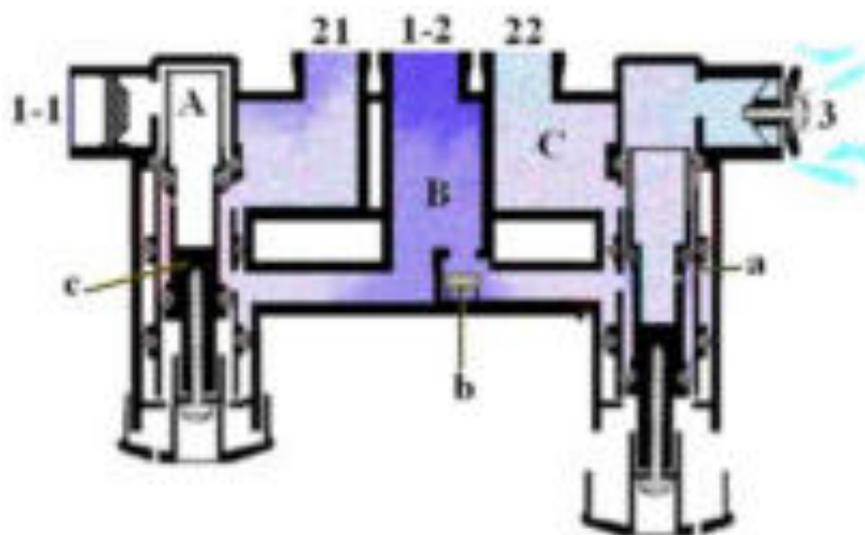


Рисунок 1.52 – Работа сдвоенного клапана растормаживания прицепа в режиме торможения энергоаккумуляторами задней оси.

Воздух через вывод 22 и камеру (С) получает возможность выхода через вывод 3 в атмосферу. При выдвинутом положении поршня (а) сообщение между камерами (В) и (С) прерывается.

#### 1.4.2 Приборы системы ABS прицепа

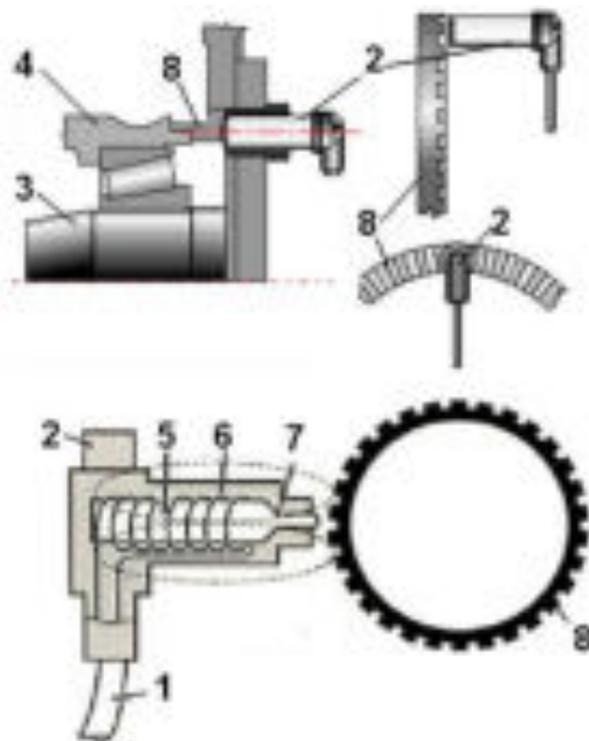
Для управления режимом торможения прицепа на колесах устанавливаются индукционные датчики частоты вращения колес (см. рисунок 1.53).

Роторы тяжелых и средних грузовых автомобилей и прицепов к ним имеют по 100 зубьев. Из-за использования в алгоритмах управления определяемых датчиками базовых скоростей соотношение между числом зубьев и длиной окружности колеса должно быть одинаковым с точностью до нескольких процентов.

Индуктивный стержневой датчик, заключенный в корпус 2 состоит из постоянного магнитного сердечника 5 и катушки индуктивности 6.

В результате вращательного движения задающего диска (ротора датчика 8) изменяется величина воздушного зазора между магнитопроводом 7 и зубьями задающего диска 8. В результате переменная величина магнитного

потока наводит в витках катушки индуктивности переменное напряжение, частота которого пропорциональна скорости вращения колеса. Датчик электрическим кабелем 1 соединен с ЭБУ ABS.



1 – электрический кабель; 2 – корпус датчика; 3 – полуось (ступица) колеса; 4 – цапфа моста; 5 – магнитный сердечник датчика; 6 – катушка индуктивности (обмотка датчика); 7 – магнитопровод; 8 – задающий диск.

Рисунок 1.53 – Датчик скорости вращения колеса.

### 1.4.3 Ускорительный электромагнитный клапан ABS

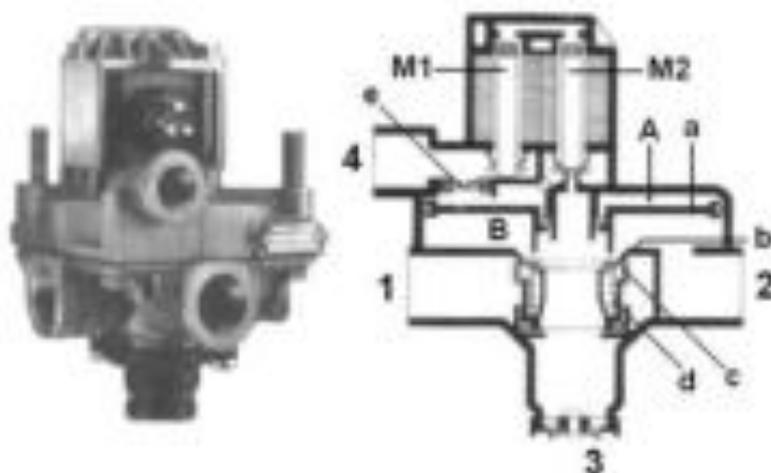
Задачей ускорительного клапана ABS является быстрое повышение, снижение или поддержание давления в тормозных цилиндрах в процессе торможения в зависимости от регулирующих сигналов электронного блока управления (ЭБУ).

Ускорительный клапан состоит из двух блоков: собственно ускорительного клапана и магнитного клапана.

На передней управляемой оси прицепа (см. рисунок 1.34) установлены два индукционных датчика (А и В) и один электромагнитный ускорительный

клапан 37, так как на этой оси происходит «модифицированное осевое регулирование» (MAR).

На двух задних осях прицепа установлены четыре индукционных датчика (С, D, E и F) и два электромагнитных ускорительных клапана 38 и 39, так как на этих осях управление режимом торможения производится по типу «модифицированного бортового регулирования» (MSR). Процесс управления давлением в колесных цилиндрах будет определяться тем из колес с одного борта транспортного средства, которое первым проявит тенденцию к блокировке. Оба электромагнитных ускорительных клапана управляются электронным блоком ABS 36 в индивидуальном порядке, а это значит, что каждый из бортов автотранспортного средства управляется по принципу индивидуального регулирования.



1 – линия питания ускорительного клапана, соединенная с ресивером тормозной системы; 2 – линия подачи воздуха к тормозным камерам; 3 – вывод сброса воздуха в атмосферу; 4 – линия управления; А – поршневая камера включения торможения; В – подпоршневая камера прекращения подачи воздуха к тормозным камерам; а – поршень-ускоритель; б – кольцевой зазор впуска воздуха; с – клапан; d – возвратная пружина клапана.

Рисунок 1.54 – Внешний вид и устройство ускорительного электромагнитного клапана ABS.

Вывод 1 (см. рисунок 1.54) электромагнитного ускорительного клапана ABS передней оси прицепа подключен к ручному клапану растормаживания

прицепа, через который сжатый воздух поступает в этот клапан и к тормозному крану прицепа, а вывод 2 ускорительного клапана подключен к тормозным камерам. Вывод 4 подключен к регулятору тормозных сил передней оси автомобиля.

Выводы 1 электромагнитных ускорительных клапанов задней и средней осей прицепа подключены к ресиверу 28 тормозной системы прицепа, выводы 2 – к тормозным камерам средней и задней осей, а вывод 4 – к регулятору тормозных сил близкорасположенных средней и задней осей.

Давление воздуха, поступающего на этот вывод 4 электромагнитных клапанов, используется как управляющий сигнал включения ускорительного клапана.

Два якоря электромагнитных клапанов (M1) и (M2) в обесточенном состоянии их соленоидов пружиной прижаты к перепускным отверстиям клапанов, причем якорь (M1) имеет торцевое уплотнение только сверху, а якорь (M2) имеет два торцевых уплотнения – сверху и снизу.

Рассмотрим принцип работы ускорительного клапана.

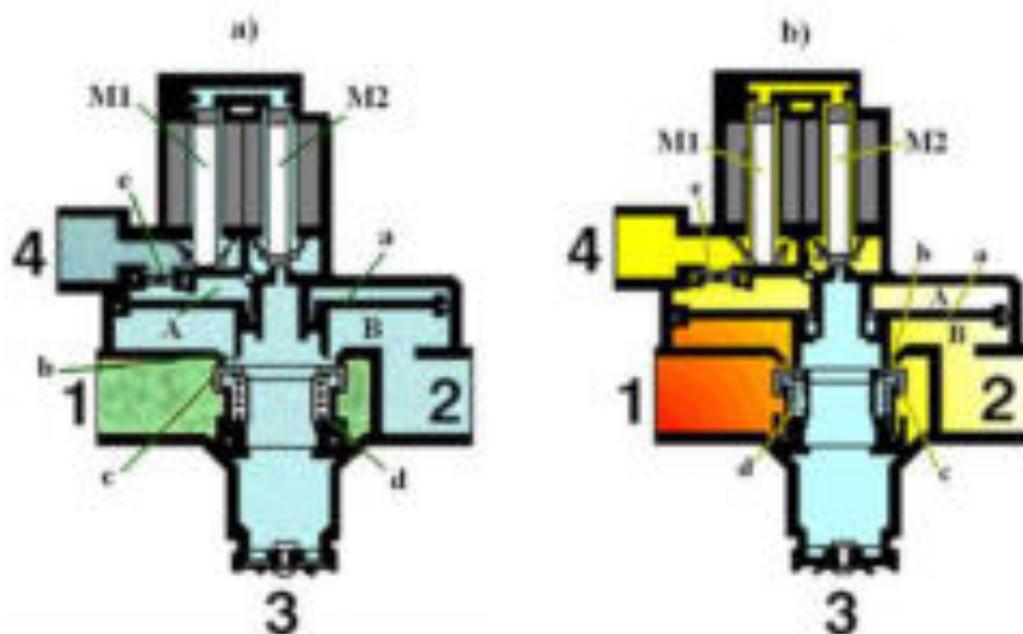


Рисунок 1.55 – Работа электромагнитного ускорительного клапана в режиме обычного торможения (а – исходное положение; б – обычное торможение без использования функции ABS).

Если на управляющий вывод 4 (см. рисунок 1.55а) клапана не подается

управляющий сигнал, клапан (с) возвратной пружиной (d) прижат к корпусу, таким образом, сжатый воздух от вывода 1 к выводу 2 не проходит. Поршень-ускоритель (а) находится в верхнем положении, открывая кольцевой зазор (b), через который воздух из тормозных камер, соединенных с выводом 2 через вывод сброса воздуха 3 может свободно уходить в атмосферу. Тормозные камеры, освободившись от сжатого воздуха, растормаживают оси прицепа.

Если на вывод 4 подается управляющее давление, сжатый воздух проходит вдоль стержней соленоидов (M1) и (M2) в верхнюю поршневую камеру (A) и поршень (а) перемещается вниз. Поршень-ускоритель нажимает на клапан (с), открывая узкую щель (b) через которую сжатый воздух от вывода 1 поступает к выводу 2. На выводе 2 и, соответственно, в тормозных камерах повышается давление.

Так как верхняя и нижняя сторона поршня (а) имеют одинаковую активную поверхность, и как только давление в камере (A) станет равным давлению в камере (B), поршень начнет перемещаться вверх. Верхняя кромка клапана (с) прижимается силой сжатия пружины (d) к корпусу, прерывая поток воздуха от вывода 1 к выводу 2. Обратный клапан (с) устроен так, что при поступлении управляющего давления на контур 4 клапан оказывается прижатым вниз, прерывая сообщение между выводом 4 и камерой (A). Если же управляющее давление в контуре 4 снизится, например, при ослаблении нажатия на педаль тормоза, клапан (е) откроется, перепустив часть воздуха из камеры (A) в контур 4. При снижении давления в камере (A) поршень-ускоритель (а) приподнимается силой давления воздуха в камере (B) и часть воздуха из камеры (B) и, следовательно, из тормозных камер выпускается через вывод 3 в атмосферу. Как только управляющее давление станет чуть выше давления в тормозных камерах, поршень (а) вновь перекроет выход воздуха из тормозных камер в атмосферу.

Ну а теперь рассмотрим принцип управления тормозным усилием при помощи электромагнитных клапанов ускорителей ABS.

#### 1.4.4 Начальная стадия – повышение давления

Сжатый воздух из тормозного крана поступает через вывод 4. Электромагнитные катушки (соленоиды) клапанов (M1) и (M2) обесточены (см. рисунок 1.56а).

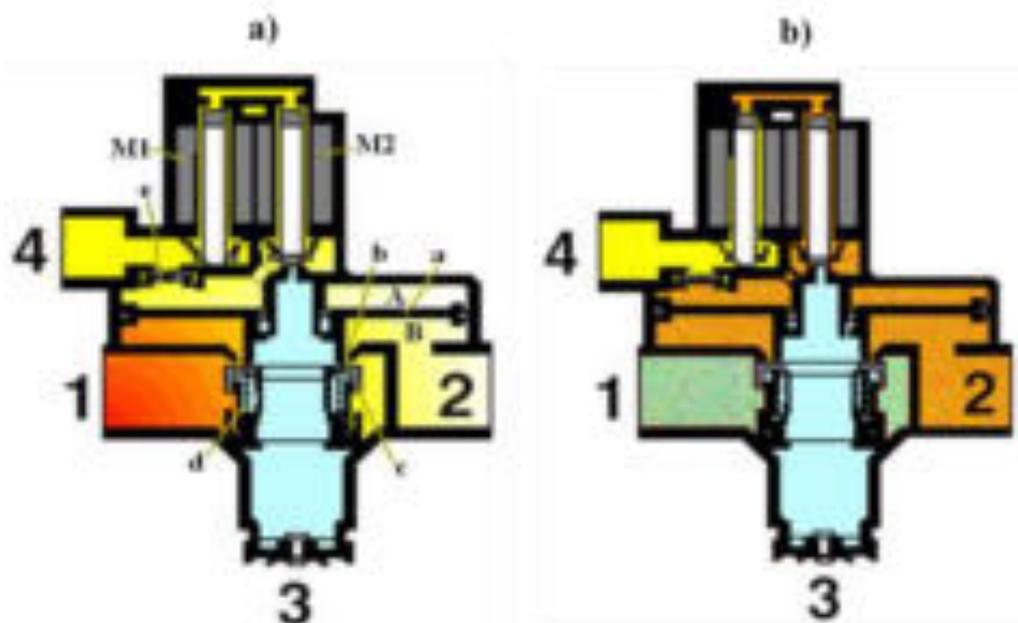


Рисунок 1.56 – Работа электромагнитного ускорительного клапана в фазе удержания давления (а – начало подачи воздуха в тормозную камеру; б – прекращение подачи воздуха в тормозную камеру).

Поршень (а) перемещается вниз, открывая клапан (с). При этом сжатый воздух от вывода 1 через образовавшуюся щель (b) проникает к выводу 2. Происходит рост давления в тормозных камерах.

Если какое-либо из колес прицепа проявляет тенденцию к блокировке, ЭБУ ABS направляет электрический сигнал на соленоид электромагнитного клапана (M1) (см. рисунок 1.56b). Якорь клапана перемещается вверх, прерывая поступление сжатого воздуха от вывода 4 в камеру (А).

#### 1.4.5 Вторая фаза – удержания давления

Поступающий сжатый воздух (см. рисунок 1.56b) через вывод 1 к вы-

воду 2 воздействует на нижнюю поверхность поршня (а), который, перемещаясь вверх, позволяет клапану (с) прервать сообщение между выводами 1 и 2. Дальнейший рост давления в камере регулируемого колеса прекращается, то есть наступает фаза удержания давления.

#### 1.4.6 Третья фаза – сброс давления

Для сброса давления в колесных тормозных камерах ЭБУ ABS подает управляющий сигнал на соленоид клапана (M2) (см. рисунок 1.57). Стержень клапана втягивается внутрь соленоида, верхним торцевым уплотнением перекрывая впускное отверстие, а нижним торцевым уплотнением открывая выпускное отверстие.

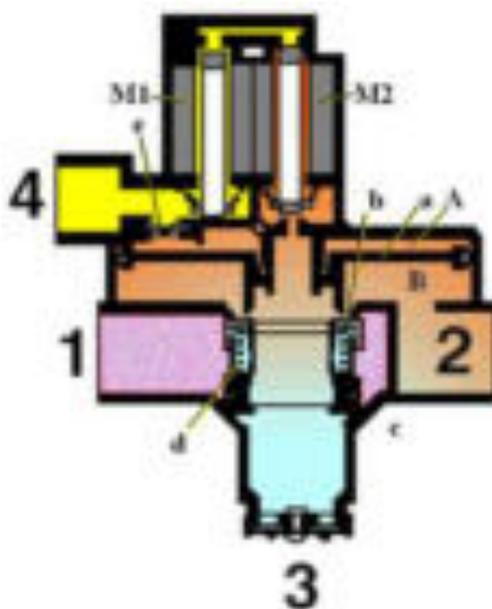


Рисунок 1.57 – Фаза сброса давления из тормозной камеры заблокированного колеса.

Воздух из камеры (А) ускорительного клапана через открытое отверстие выходит в атмосферу через вывод 3. Клапан (а), испытывая нагрузку со стороны нижней поверхности, перемещается вверх, открывая щелевой канал (b). Через этот кольцевой канал воздух из тормозных камер через вывод 2 и вывод 3 выпускается в атмосферу, освобождая колесо.

## **1.5 Электронные системы управления торможением тягачей и автопоездов**

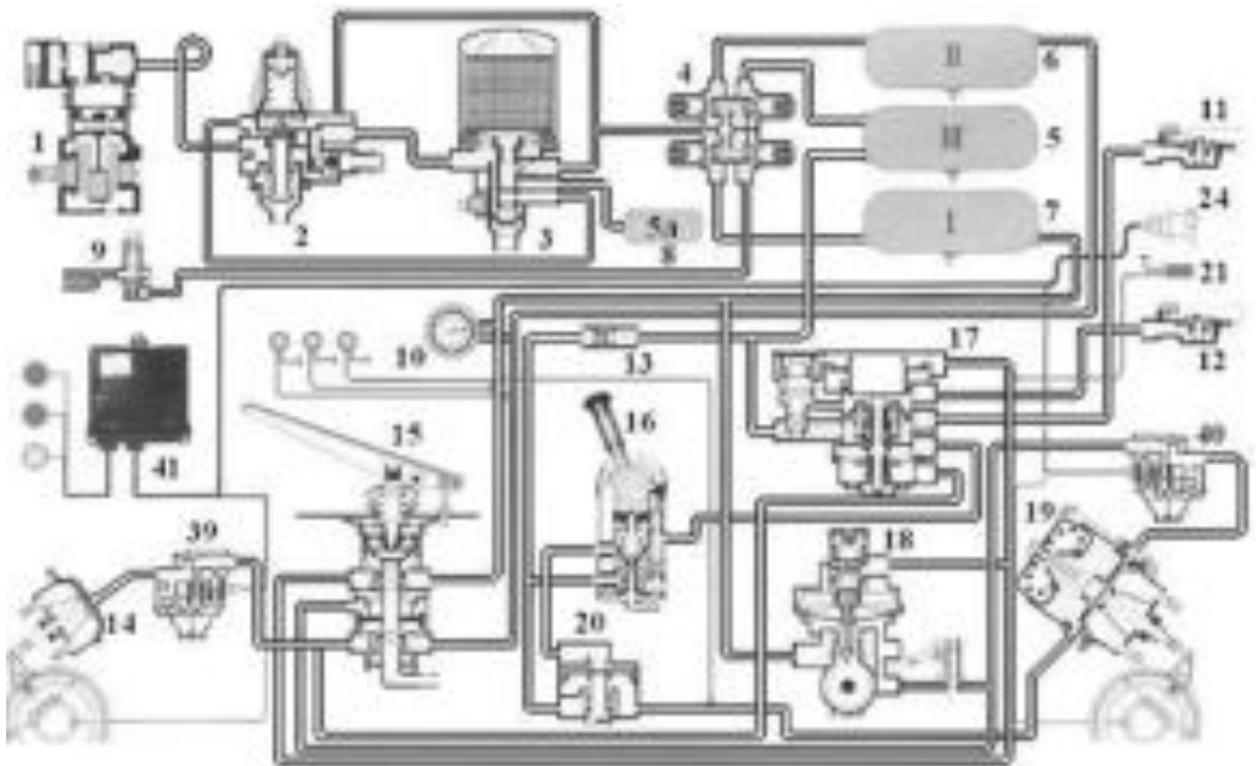
Антиблокировочная система (ABS) или автоматическое устройство для предотвращения блокировки колес при торможении, создана для предотвращения блокировки колес транспортного средства. При торможении автомобиля, снабженного ABS, должны сохраняться силы бокового сцепления колеса с дорогой для обеспечения устойчивости транспортного средства и его управляемости в пределах физических возможностей. Одновременно достигается оптимальное сцепление шин с поверхностью дороги и оптимальное замедление транспортного средства в данных дорожных условиях.

С начала 80-х годов XX столетия фирма WABCO Fahrzeugbremsen одной из первых начала производить антиблокировочные системы (ABS) для грузовых автомобилей. В настоящее время электронные системы управления торможением, разработанные этой фирмой покупают и устанавливают почти все европейские производители грузовых транспортных средств и автобусов.

## **1.6 Применение ABS и ASR на автомобилях и автопоездах**

Система ABS (см. рисунок 1.58) грузовых автомобилей и автобусов содержит пневматическую и электрическую подсистему. Принцип пневматического управления режимом торможения состоит в следующем: во время торможения двухосного или трехосного автомобиля пневматическая система, снабженная электромагнитными клапанами ABS, управляет давлением в каждом из колесных тормозных цилиндров (тормозных камер).

В зависимости от ситуации давление в колесных цилиндрах (тормозных камерах) может: увеличиваться; снижаться; удерживаться на постоянном уровне. Управление режимом торможения предусматривает предотвращение полной блокировки колес автомобиля и, следовательно, сохранение управляемости автомобилем даже при интенсивном торможении на скользкой дороге.



1 – компрессор; 2 – регулятор давления; 3 – осушитель воздуха; 4 – многоконтурный защитный клапан; 5, 6 и 7 – ресиверы; 8 – ресивер регенерации осушителя воздуха; 9 – клапан управления заслонкой моторного тормоза; 10 – контрольные приборы; 11 – соединительный элемент (головка) питающей магистрали торможения прицепа; 12 – соединительный элемент (головка) магистрали системы управления торможением прицепом; 13 – обратный клапан магистрали стояночного тормоза; 14 – тормозная камера передней оси автомобиля-тягача; 15 – двухконтурный тормозной кран; 16 – тормозной (ручной) кран управления стояночным тормозом; 17 – клапан управления торможением прицепа; 18 – регулятор тормозных сил задней оси автомобиля; 19 – тормозная камера с энергоаккумулятором задней оси автомобиля-тягача; 20 – клапан-ускоритель стояночного тормоза; 21 – стоп-сигнал; 24 – электрический коннектор (штекерный разъем), соединяющий электрооборудование автомобиля с прицепом; 39 – магнитный клапан управления торможением колес передней оси; 40 – магнитный клапан управления торможением колес задней оси; 41 – электронный блок управления ABS/ASR.

Рисунок 1.58 – Пневматическая система тягача, снабженного ABS.

Рассмотрим принципиальную схему ABS.

Информацию о скорости вращения каждого из колес автомобиля (автобуса) электронный блок управления (ЭБУ) 41 получает от колесных индукционных датчиков. Работа этих датчиков подробно описана в начале этой главы, поэтому не будем останавливаться на этом. Работа пневматических компонентов системы торможения грузового автомобиля подробно описана в главе «Пневматическая система тягача». Пневматическая система тягача доукомплектована электромагнитными клапанами 39 и 40, способными производить подачу, удержание давления на заданном уровне и сброс давления из тормозных камер каждого из колес тягача.

В этой же главе мы рассмотрим работу компонентов тормозной пневматической системы в режиме ABS, а чуть позже и в режиме ASR (Anti Spin Regulation).

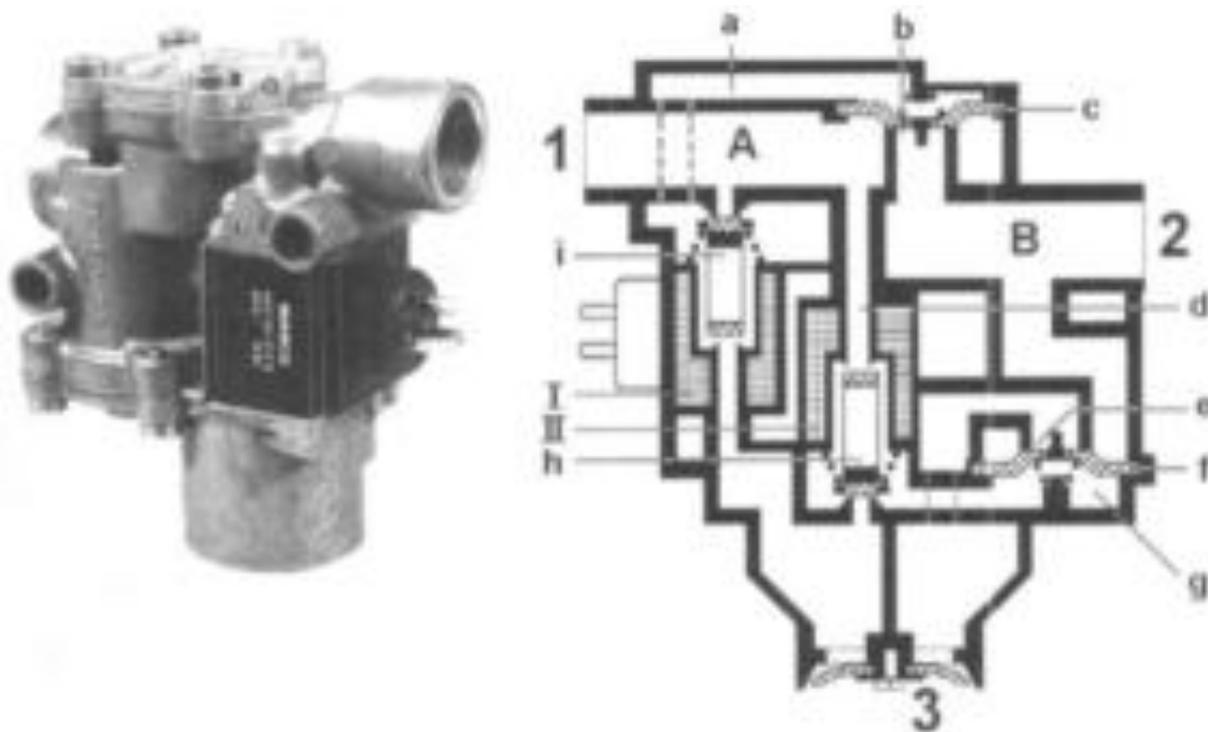
### **1.6.1 Устройство и принцип работы магнитного клапана ABS**

В системе торможения грузового автомобиля используются клапаны, в состав которых входят пневматическая и электрическая часть.

Рассмотрим совместную работу электрической и пневматической части. При торможении сжатый воздух поступает в магнитный клапан ABS через вывод 1. Так как на соленоиды электромагнитов I и II не поступает напряжение, якоря (i) и (h) прижаты пружинами к соответствующим перепускным отверстиям. Воздух, отжимая клапан (c) сверху, получает возможность прохода через канал (b) к выводу 2. Одновременно сжатый воздух имеет возможность проходить мимо якоря (h) в диафрагменную камеру (g), где, воздействуя на выпускной клапан (f) снизу, прижимает его к отверстию П-образного канала сброса воздуха (e). Клапан (e) закрывается, препятствуя выходу сжатого воздуха из камеры (B) через вывод 3 в атмосферу.

Через вывод 2 воздух поступает в тормозные камеры обслуживаемых магнитным клапаном обоих колес одной оси, если производится модифицированное осевое регулирование (MAR), или к тормозным камерам каждого из

колес, если производится индивидуальное регулирование (IR), или к тормозным камерам двух близкорасположенных колес одного борта, если производится модифицированное бортовое регулирование (MSR).



1 – линия поступления сжатого воздуха в магнитный клапан; 2 – линия подачи сжатого воздуха к тормозным камерам; 3 – линия сброса воздуха из тормозных камер в атмосферу; I – электромагнитный клапан удержания давления; II – электромагнитный клапан сброса давления; А – камера впуска воздуха; В – камера подачи воздуха к тормозным камерам; а – перепускной канал; b – канал подачи воздуха в камеру В; с – диафрагменный пневматический клапан впуска; d – соединительный клапан подачи управляющего давления на выпускной диафрагменный клапан; e – П-образный канал сброса воздуха; f – диафрагменный пневматический выпускной клапан; g – диафрагменная камера; h – якорь выпускного клапана; i – якорь клапана удержания давления сжатого воздуха.

Рисунок 1.59 – Внешний вид и устройство магнитного клапана ABS.

Для улучшения восприятия рассмотрим процесс индивидуального регулирования.

В режиме обычного торможения (см. рисунок 1.60а) на соленоиды I и II

магнитного клапан ABS не подается напряжение, поэтому якоря этих клапанов пружинами прижаты к соответствующим перепускным отверстиям. Сжатый воздух, поступающий через вывод 1 воздействует на диафрагму пневматического клапана впуска (с) снизу, открывая доступ воздуха через канал (b) в камеру (B) и далее через вывод 2 к тормозным камерам колес.

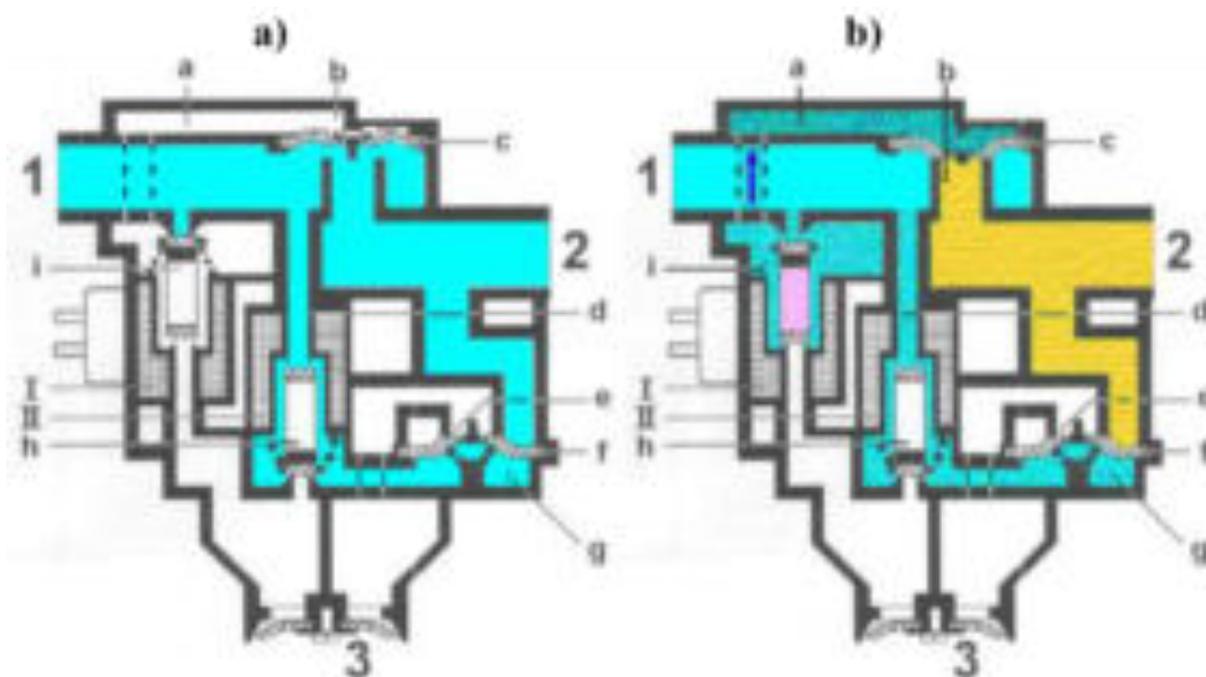


Рисунок 1.60 – Работа магнитного клапана ABS в режиме торможения и удержания давления.

Одновременно сжатый воздух из камеры (A) по каналу (d) поступает в диафрагменную камеру (g) клапана выпуска воздуха, удерживая диафрагму в прижатом к корпусу состоянии. Активная площадь поверхности диафрагмы, подвергающейся действию сжатого воздуха, поступающего в камеру (g) больше, чем активная площадь поверхности диафрагмы, подвергающейся воздействию сжатого воздуха, поступившего в камеру (B), поэтому диафрагма не выпускает воздух из камеры (B) через П-образный канал в атмосферу.

Если водитель прекратит торможение, отпустив педаль тормоза, или ослабив её нажатие, воздух из тормозных камер через вывод 2, открытый клапан (с) будет выходить через вывод 1.

ЭБУ ABS при нажатии на педаль тормоза начинает отслеживать угловую скорость каждого из колес транспортного средства. Если какое-либо из

колес проявит тенденцию к блокировке, его окружное ускорение будет резко отличаться от окружных ускорений других колес. Определив, какое из колес подвергается риску блокировки, ЭБУ ABS подаст электрическое напряжение на соленоид I (см. рисунок 1.60b) магнитного клапана, который втянет сердечник в катушку, перекрыв отверстие выпуска воздуха из камеры (a) в атмосферу, открывая противоположное отверстие, через которое сжатый воздух от вывода 1 начнет поступать в камеру (a). Давлением сжатого воздуха, поступившего в камеру (a), диафрагма клапана (c) прижмется к корпусу, перекрыв поступление воздуха от вывода 1 к выводу 2. Впуск сжатого воздуха в тормозные камеры прекратится, однако и его выпуска в атмосферу происходить не будет. Начинается фаза удержания давления в тормозной камере обслуживаемого электромагнитным клапаном колеса. Однако риск блокировки колеса не исчез, так как тормозные колодки остались прижатыми к тормозному барабану или тормозному диску. Очевидно, чтобы уменьшить силу прижатия колодок, необходимо снизить давление в тормозной камере.

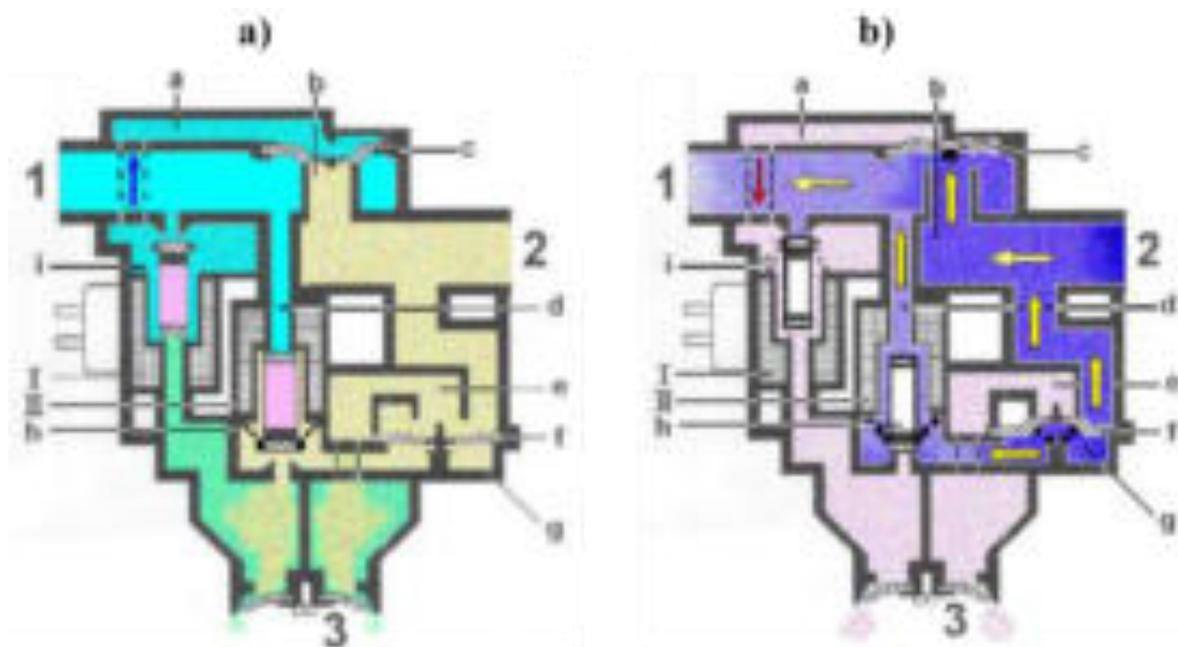


Рисунок 1.61 – Сброс давления из тормозной камеры скользящего колеса (a – фаза сброса давления под управлением ABS; b – при отпущенной педали тормоза (окончании торможения)).

ЭБУ ABS подает напряжение на соленоид II, не снимая напряжения с

соленоида I (см. рисунок 1.61a). Якорь электромагнитного клапана II поднимается вверх, перекрывая поступление сжатого воздуха из канала (d) в камеру (g). Нижнее торцевое уплотнение якоря электромагнитного клапана II открывает сообщение (g) с атмосферой, в результате давление в этой камере снижается до атмосферного. Теперь на клапан (f) снизу действует атмосферное давление, а сверху давление в тормозных камерах. Перепад давлений, действующих на диафрагму клапана (f) сверху и снизу, приводит к тому, что диафрагма, нагруженная сверху более высоким давлением, выгибается, открывая сообщение камеры (b) с каналом (e). Через П-образный канал (e) воздух от вывода 2, следовательно, из камеры колесного тормоза, получает возможность выхода в атмосферу через вывод 3.

Эта фаза носит название сброса давления из колесной тормозной камеры.

Важно отметить, что сброс давления из тормозной камеры не вызовет мгновенного увеличения скорости вращения колеса. Это произойдет из-за некоторого запаздывания, вызванного необходимостью выпуска воздуха из тормозной камеры и отвода тормозных колодок от барабана (диска). Это запаздывание называют гистерезисом тормозного механизма. Термин «гистерезис» означает запаздывание изменения, характеризующего состояние тела, после снятия причины, вызвавшей изменение его состояния.

Полного сброса давления ЭБУ ABS не допустит - через непродолжительное время ЭБУ ABS отключит напряжение, поступающее на соленоид II магнитного клапана. Сердечник силой сжатия пружины опустится вниз, перекрыв выпускной канал. Одновременно откроется впускное отверстие, через которое сжатый воздух из канала (d) начнет поступать в камеру (g). Нагружая диафрагму клапана (f) снизу, сжатый воздух прижмет её к выпускному отверстию П-образного канала, прервав возможность выхода воздуха из тормозных камер в атмосферу.

Повторится фаза удержания давления на более низком уровне.

После непродолжительного удерживания давления на пониженном

уровне ЭБУ ABS вновь подаст воздух в камеру колесного тормоза. Если колесо вновь проявит склонность к блокировке, цикл будет повторяться с частотой примерно 3...5 Гц, но на мокром льду цикл может повторяться реже.

После окончания торможения, ЭБУ ABS получит сигнал от концевого выключателя, установленного на педали тормоза и отключит напряжение с соленоида I (см рисунок 1.61b). Сердечник клапана пружиной прижмется к перепускному отверстию, обеспечивая возможность выпуска воздуха из камеры (a) в атмосферу через вывод 3. Клапан (c) давлением воздуха, находящегося в тормозных камерах, через вывод 2 возвращается в камеру (b). Отжимая клапан (c) вверх, сжатый воздух из тормозных камер получает возможность выхода через вывод 1.

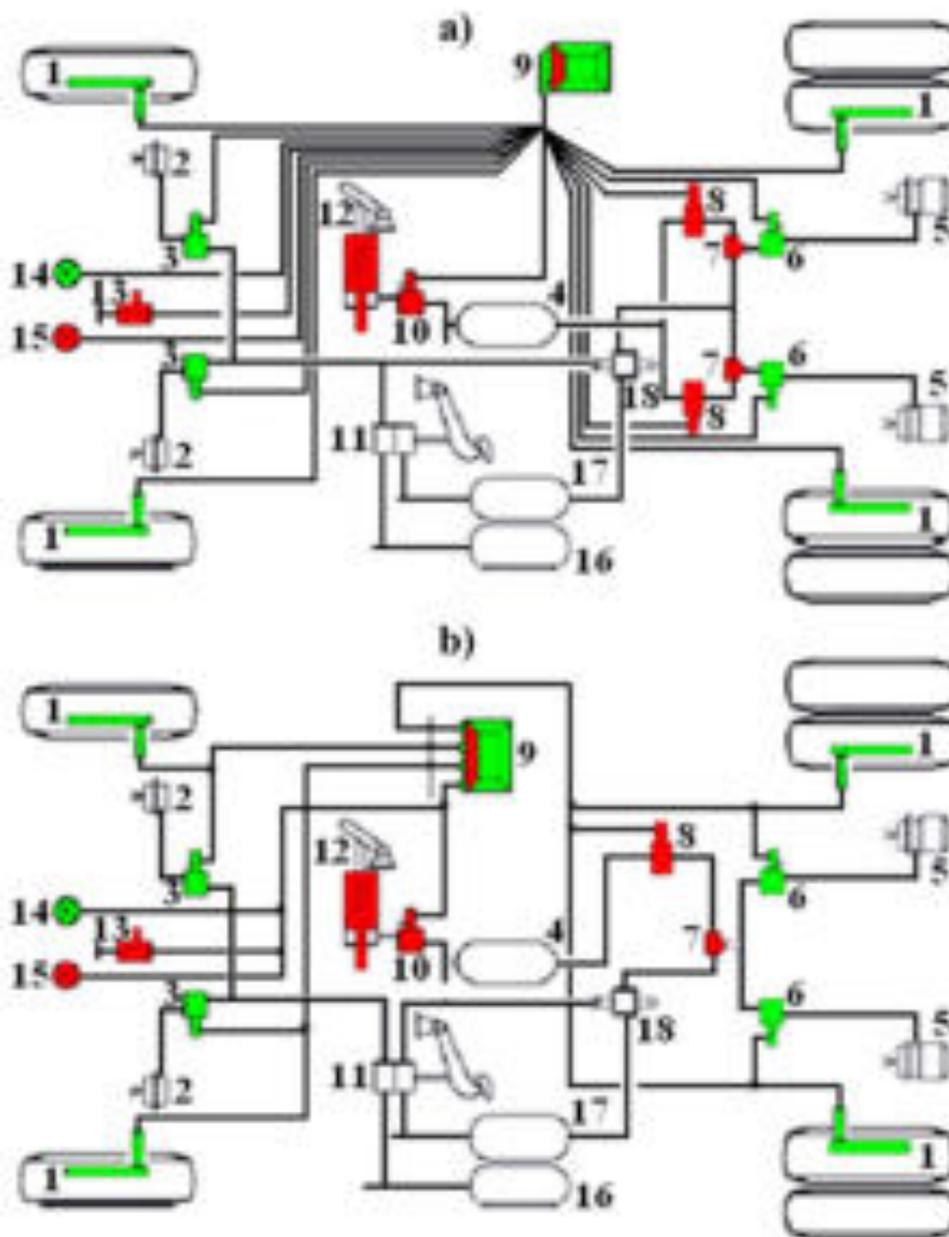
### **1.6.2 Работа тормозной системы тягача в режиме ASR**

На рисунок 1.62 показаны две схемы ABS/ASR. Верхняя схема (a) представляет собой 4-х канальную систему ABS/ASR версии «C», а нижняя (b) – 4-х канальная схема системы ABS/ASR версии «D».

Различие двух схем заключается в том, что версия «D» явилась результатом оптимизации системы «C» с целью снижения стоимости системы без ухудшения её работоспособности.

Рассмотрим принцип управления в режиме ASR.

Если автомобиль начинает движение на скользкой дороге, вполне вероятно пробуксовка одного из ведущих колес, так как под колесами одной оси может находиться поверхность с различным коэффициентом сцепления. ЭБУ 9 получает информацию о скорости вращения каждого из колес от колесных датчиков 1и, определив, что одно из колес ведущей оси вращается значительно быстрее всех остальных, подает электрический сигнал на дифференциальный клапан 8 ASR. Воздух из ресивера 4 через пропорциональный клапан поступает к двухмагистральному клапану 7, затем к магнитным клапанам 6 ABS.



1 – колесный датчик; 2 – тормозные камеры передней оси; 3 – магнитный клапан ABS колес передней оси; 4 – ресивер, обслуживающий приборы системы ASR; 5 – тормозные камеры с энергоаккумуляторами задней оси; 6 – магнитный клапан ABS колес задней оси; 7 – двухмагистральный клапан; 8 – дифференциальный клапан; 9 – ЭБУ ABS/ASR; 10 – клапан-ускоритель; 11 – двухмагистральный тормозной кран; 12 – ручной кран стояночного тормоза и вспомогательного торможения; 13 – вспомогательный моторный тормоз; 14 – контрольная лампа ABS; 15 – контрольная лампа ASR; 16 и 17 – ресиверы двухконтурной рабочей тормозной системы.

Рисунок 1.62 – Система ABS/ASR версии «С» (а) и версии «D» (b).

В системе версии «С» устанавливается два дифференциальных клапана 8, которые обслуживают каждое из колес ведущей оси. Воздух от дифференциального клапана 8 поступает через открытый магнитный клапан 6 к тормозной камере буксующего колеса.

В системе версии «D» установлен только один дифференциальный клапан 8, который при включении подает воздух на оба магнитных клапана 6 ABS, но магнитный клапан 6 буксующего колеса будет открыт, а магнитный клапан второго колеса этой оси закроет проход сжатого воздуха к колесной тормозной камере.

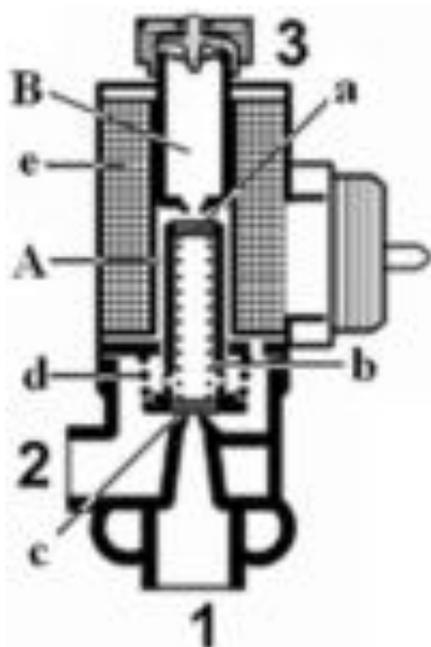
Принудительное торможение буксующего колеса обеспечит переадресовку подводимого крутящего момента ко второму колесу ведущей оси. Колесо, находящееся на поверхности с более высоким коэффициентом сцепления, станет разгонять автомобиль. Как только начнется движение, ЭБУ ABS/ASR подаст управляющее напряжение на магнитный клапан ABS, установив фазу удержания давления. После выравнивания скорости вращения всех колес автомобиля дифференциальный клапан 8 прекратит подачу сжатого воздуха к магнитному клапану, а тот, в свою очередь, по команде ЭБУ ABS/ASR произведет выпуск воздуха из тормозной камеры ранее буксующего колеса.

В систему ASR в дополнение к ранее рассмотренным пневматическим и электрическим приборам, входящим в комплект системы ABS, включены: дифференциальный клапан ASR; двухмагистральный клапан; пропорциональный клапан включения ограничителя частоты вращения; рабочий цилиндр ограничителя частоты вращения.

Рассмотрим устройство и принцип работы этих компонентов.

### **1.6.3 Дифференциальный клапан**

Назначение дифференциального клапана, показанного на рисунке 1.63) – подача сжатого воздуха от вывода 1 к выводу 2 при подаче напряжения на соленоид (е).



1 – линия впуска воздуха; 2 – линия подачи воздуха к двухмагистральному клапану; 3 – линия сброса воздуха в атмосферу; А – клапанная полость; В – камера выпуска воздуха; а – торцевое уплотнение выпускного клапана; б – якорь электромагнитного клапана; с – клапан впуска воздуха; d – возвратная пружина; е – соленоид дифференциального клапана.

Рисунок 1.63 – Дифференциальный клапан.

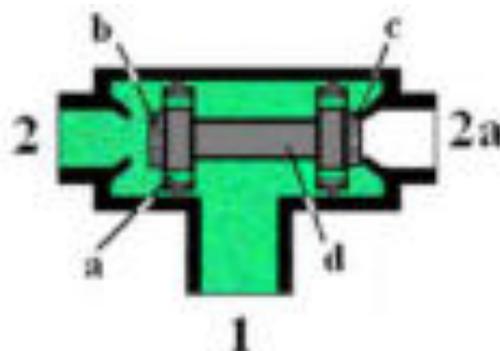
Вывод 1 дифференциального клапана соединен с ресивером ASR. Если на соленоид (е) не поступает напряжение якорь (b) электромагнитного клапана пружиной (d) прижат к седлу впускного клапана (с). Вывод 2, соединенный с двухмагистральным клапаном, через клапанную полость (А) соединен с камерой выпуска воздуха (В), которая через вывод 3 имеет сообщение с атмосферой. Следовательно, при отключенном напряжении вывод 2 получает сообщение с атмосферой, а вывод 1 закрыт.

Если на соленоид (е) дифференциального клапана поступает напряжение, якорь (b) втягивается внутрь электромагнитной катушки, разобщая камеру выпуска (В) с клапанной полостью (А). Одновременно освобождается впускное отверстие (с) через которое сжатый воздух от вывода 1 может проходить к выводу 2, соединенному с двухмагистральным клапаном.

#### 1.6.4 Двухмагистральный клапан

Назначение двухмагистрального клапана – возможность подачи сжатого воздуха от вывода 2 или 2а к выводу 1, при условии, что противоположный вывод будет перекрыт. Подвижный золотник (d), имеющий торцевые уплотнения (b), может перемещаться внутри корпуса двухмагистрального клапана.

Предположим, что вывод 2 подключен к дифференциальному клапану ASR, а противоположный вывод 2а подключен к регулятору тормозных сил в задней оси автомобиля. Вывод 1 подключен к впускным выводам магнитных клапанов ABS.



1 – линия вывода воздуха из двухмагистрального клапана; 2 и 2а – линии подачи сжатого воздуха; а – перепускные отверстия в поршне клапана; b – торцевое уплотнение; с – кольцевое впускное отверстие клапана; d – золотник клапана.

Рисунок 1.64 – Двухмагистральный клапан

При отсутствии подачи воздуха через выводы 2 и 2а золотник клапана не подвергается воздействию давления с какой-либо стороны и может находиться в любом положении.

Если происходит обычное торможение, то сжатый воздух, поступающий через вывод 2а, воздействуя на золотник (d), перемещает его влево, перекрывая торцевым уплотнением (b) вывод 2. Сжатый воздух через отверстия (a) золотника поступает к выводу (1) и далее через магнитный клапан ABS к камерам тормозным колесных механизмов.

Если же включается режим ASR, то сжатый воздух, поступает через вывод 2, и, воздействуя на золотник, перемещает его вправо, перекрывая торцевым уплотнением кольцевое впускное отверстие (с) вывода 2а. В этом положении сжатый воздух через отверстия (a) золотника поступает к выводу 1 и далее через магнитный клапан ABS к камерам тормозным колесных механизмов.

### 1.6.5 Встроенный ограничитель скорости вращения коленчатый вал двигателя

В режиме работы ASR необходимо управление тяговым усилием, передаваемым двигателям на колеса. Кроме того, в соответствии с требованиями ЕЭК ООН, тяжелые грузовики и автобусы должны быть оборудованы системами ограничения скорости, которая называется «Tempo set».

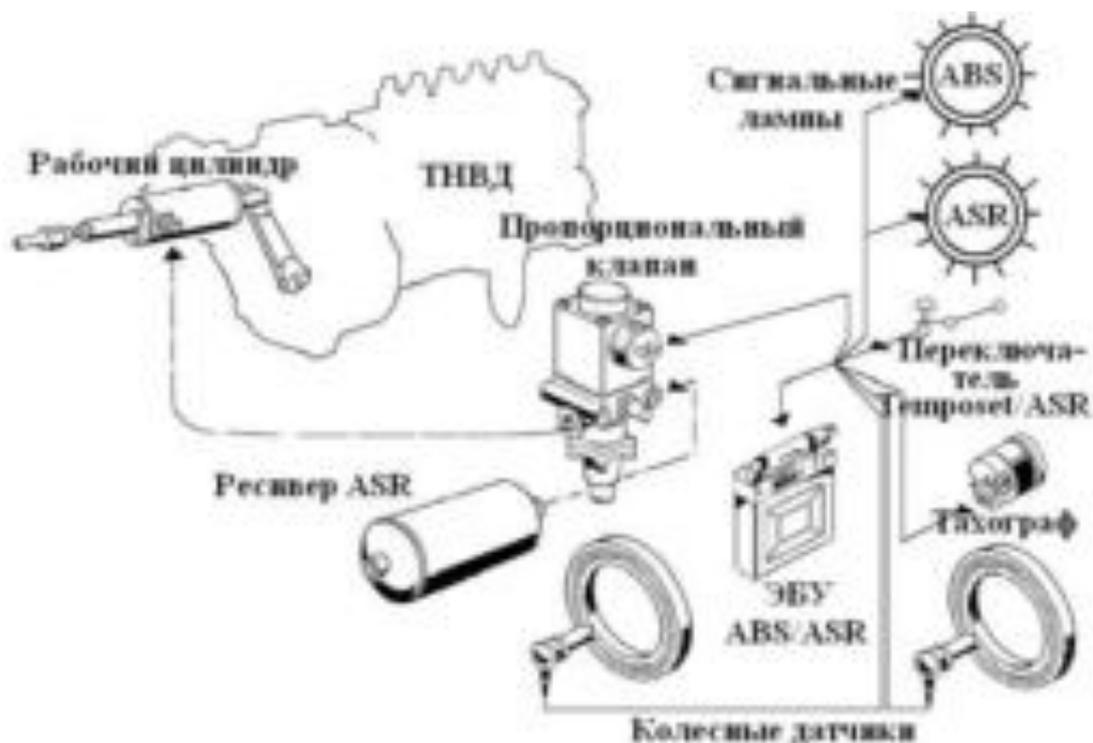
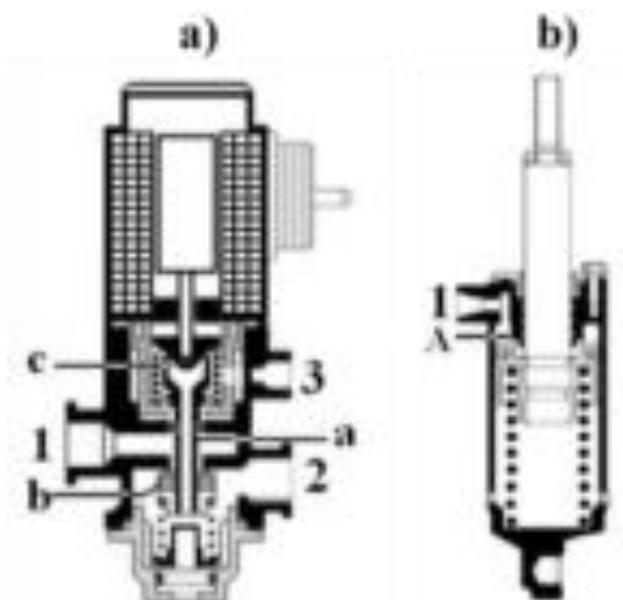


Рисунок 1.65 – Принципиальная схема управления топливopодачей ASR.

Если возникает необходимость включения противобуксовочного режима (см. рисунок 1.65), ЭБУ ABS/ASR перехватывает управление топливopодачей, подавая сжатый воздух через пропорциональный клапан в рабочий цилиндр.

### 1.6.6 Пропорциональный магнитный клапан управления топливоподачей

Пропорциональный клапан с помощью давления сжатого воздуха, который он подает в рабочий цилиндр, управляет рычагом топливного насоса высокого давления.



1 – линия впуска воздуха; 2 – линия подачи воздуха к исполнительному цилиндру; 3 – линия сброса воздуха; А – рабочая камера исполнительного цилиндра; а – толкатель клапана; b – впускное отверстие; c – клапан выпуска воздуха.

Рисунок 1.66 – Пропорциональный клапан управления подачей (a) и исполнительный цилиндр (b).

Давление сжатого воздуха, подаваемого в рабочий цилиндр, находится в прямой зависимости от магнитного потока, контролируемого ЭБУ ABS/ASR посредством сигнала с широтно-импульсной модуляцией. Магнитный гистерезис позволяет обеспечивать широкий диапазон магнитной силы, втягивающей сердечник соленоида, а система впускного (b) клапана и клапана (c) выпуска сжатого воздуха из исполнительного цилиндра, позволяет удерживать давление, подаваемого в рабочий цилиндр, на любом уровне.

В исходном положении (см. рисунок 1.66а), когда магнит клапана не возбужден, сердечник магнита опирается на толкатель (а), удерживая впускное отверстие (b) в закрытом положении. Воздух по осевому отверстию толкателя проходит от вывода 2 через клапан выпуска (с) к отверстию сброса воздуха в атмосферу 3. При подаче тока на соленоид сердечник электромагнита перемещается вниз, закрывая выпускной клапан (с), который, нажимая на толкатель (а), открывает впускное отверстие (b). Сжатый воздух из ресивера ASR поступает через вывод 1 к выводу 2, а затем к рабочему цилиндру.

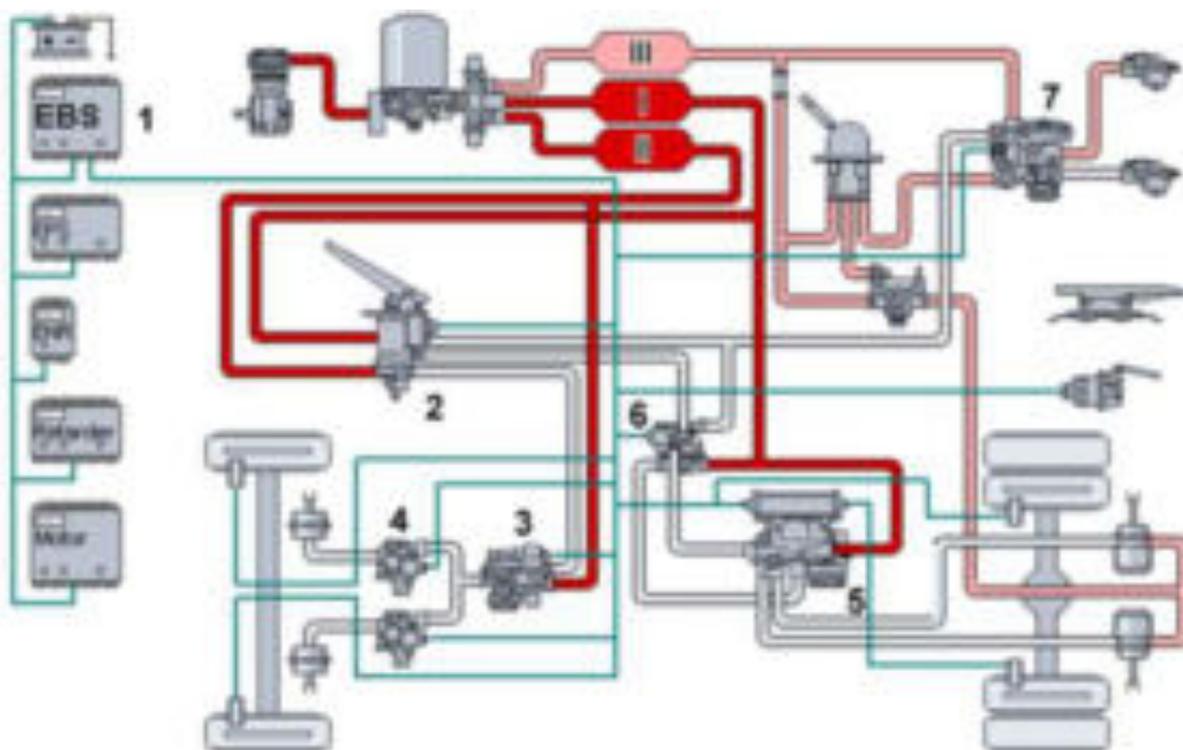
В зависимости от частоты вращения двигателя, ЭБУ может прекратить дальнейшую подачу сжатого воздуха, удерживая его на достигнутом уровне, или продолжать его подачу. В этом случае будет происходить дальнейшее снижение частоты вращения коленчатого вала двигателя. Изменение частоты вращения может происходить независимо от положения педали газа, удерживаемого водителем в любом положении. ЭБУ управляет оборотами двигателя, прекращая подачу электрического тока или продолжая подачу импульсов на соленоид электромагнита.

### **1.6.7 Рабочий цилиндр топливоподачи**

Рабочий цилиндр (см. рисунок 1.66b) располагается в системе рычагов между педалью газа и рычагом топливного насоса высокого давления. При включении пропорционального клапана сжатый воздух проходит через вывод 1 в камеру (А), перемещая поршень влево. Втягивающийся внутрь цилиндра шток перемещает рычаг топливного насоса в сторону холостых оборотов. В какое бы первоначальное положение ни был перемещен корпус исполнительного цилиндра педалью газа, сжатый воздух, поступающий в камеру (А) через впускное отверстие 1, переместит поршень со штоком в необходимое положение, соответствующее заданному крутящему моменту, вырабатываемого двигателем при трогании с места.

## 1.7 EBS – электронно-пневматическая тормозная система

Растущая конкуренция в транспортной промышленности приводит к постоянному росту требований по качеству и надежности систем торможения. Появление электронно-пневматических тормозных систем (EBS) явилась следующим логическим шагом на пути совершенствования тормозных систем.



1 – электронный блок управления EBS; 2 – двухконтурный тормозной кран с датчиками давления в обслуживаемых контурах; 3 – пропорциональный ускорительный клапан; 4 – магнитный клапан ABS; 5 – модулятор задней оси; 6 – разобщающий клапан резервного контура; 7 – клапан управления тормозами прицепа.

Рисунок 1.67 – EBS – электронно-пневматическая тормозная система.

EBS позволяет получать не только оптимальное соотношение между тормозными силами отдельных колес тягача, но и между осями и колесами тягача и прицепа.

Описываемая в этой главе система является совместной разработкой Daimler Benz и WABCO. Этой системой оснащены тяжелые магистральные автопоезда, управляемые тягачом «ACTROS».

Рассмотрим принципиальную схему системы EBS двухосного тягача с колесной формулой 4х2.

### **1.7.1 Центральный электронный блок**

Центральный электронный блок EBS служит для управления электронно-пневматической тормозной системой, как самого тягача, так и системой торможения прицепа.

Величину необходимого замедления центральный электронный блок (ЦЭБ EBS) определяет, опираясь на значение электрического сигнала, поступающего с тормозного крана EBS. Необходимое замедление вместе с сигналами от колесных датчиков, является входными сигналами для ЦЭБ EBS, который вычисляет необходимое давление для колесных тормозных камер передней, задней оси и для крана управления тормозами прицепа. Необходимое давление на передней оси сравнивается с полученным благодаря сигналу от датчика давления, установленного в пропорциональном ускорительном клапане. Возникающая разница компенсируется пропорциональным клапаном, управляющим торможением передней оси. Аналогично происходит подача управляющего давления для тормозных камер задней оси и клапана торможения прицепа. Встроенные датчики давления в осевой модулятор, управляющий давлением тормозных камер по бортам одной или двух осей, постоянно передают необходимую информацию о величине подаваемого в камеры давления, и ЦЭБ EBS при необходимости корректирует это давление.

### **1.7.2 Управление режимом торможения**

Электронно-пневматическая система торможения имеет такое название потому, что торможение может происходить как с использованием электронных управляющих сигналов, так и в обычном пневматическом режиме без применения электронных приборов. Дублирующее управление необходимо для

обеспечения безопасности движения, так как внезапно возникшая неисправность электроники не должен сделать автомобиль неуправляемым.

Чтобы разобраться, как работает каждый из компонентов, необходимо рассмотреть их совместную работу.

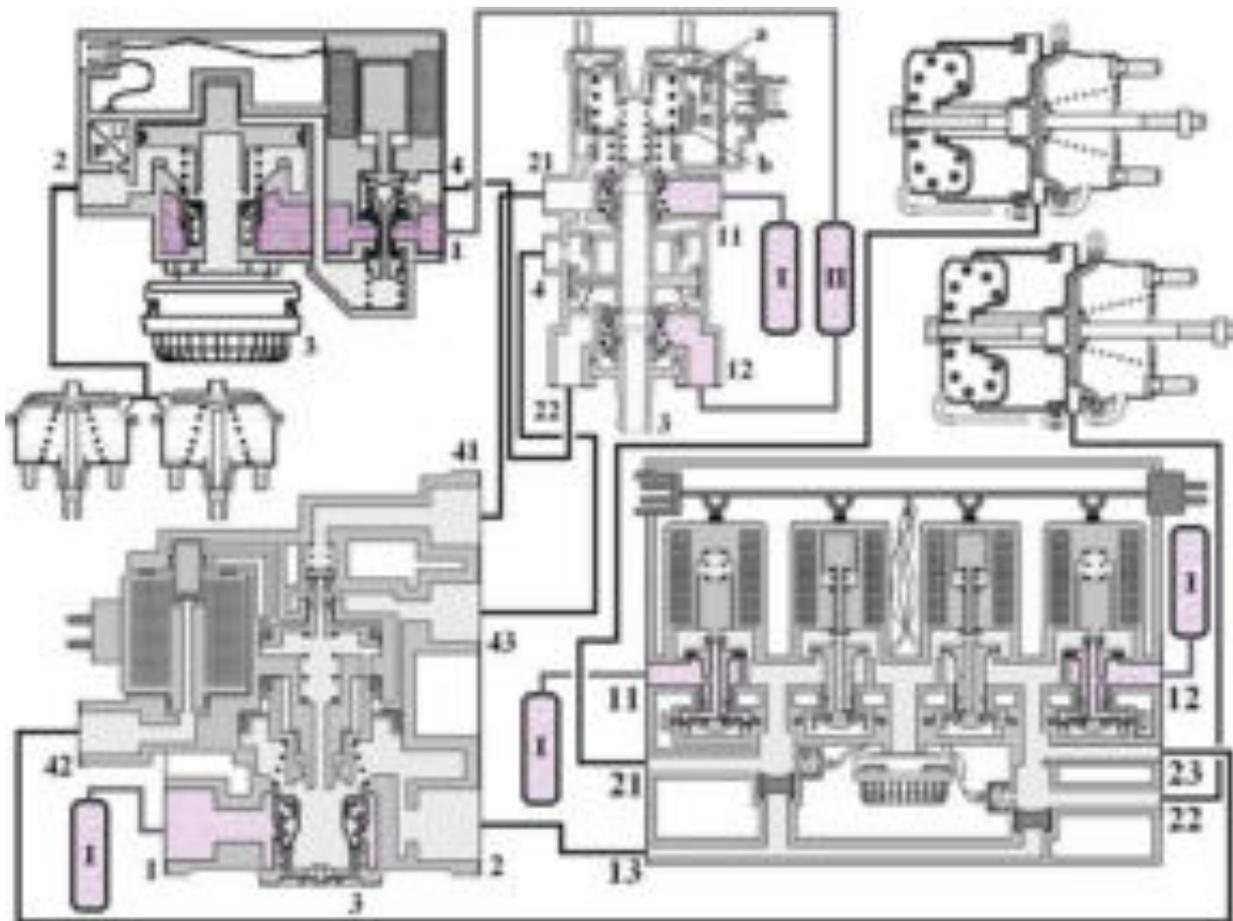


Рисунок 1.68 – Упрощенная монтажная схема соединения компонентов электронно-пневматической системы управления тормозами EBS.

На представленной схеме (см. рисунок 1.68) видно, что сжатый воздух, прошедший предварительное осушение и очищение поступает из ресиверов I к верхней секции тормозного крана, а в нижнюю секцию – из ресивера II. Назовем контур, обеспечиваемый ресивером I первым, а обеспечиваемый сжатым воздухом из ресивера II - вторым контуром.

Если внимательно посмотреть на схему, нетрудно заметить, что верхняя секция тормозного крана, следовательно, первый контур, снабжает тормозную систему задней оси, а нижняя секция (второй контур) снабжает тормозную систему передней оси.

Сначала рассмотрим, как работает привод тормоза передней оси.

При нажатии на педаль тормоза воздух из ресивера контура II поступает на вывод 12 тормозного крана, затем на его вывод 22 и далее на вывод 4 пропорционального ускорительного клапана. Сжатый воздух, проходящий через секцию тормозного крана, не оказывает прямого воздействия на диафрагму камер тормозных механизмов передней оси. Этот воздух оказывает управляющее воздействие на ускорительный клапан, который обеспечивает прямое поступление сжатого воздуха от ресивера II на вывод 1, а затем через вывод 2 на тормозные камеры.

Торможение задней осью происходит по такой же схеме: нажатие на педаль тормоза сопровождается подачей воздуха от вывода 11 через тормозной кран к выводу 21, а затем к выводу 41 разобщающего клапана резервного контура. Вы заметили, что от контура 21 сжатый воздух поступает не к тормозным камерам задней оси, а в виде управляющего сигнала на разобщающий клапан.

Вывод 1 разобщающего клапана соединен с ресивером первого контура, а его вывод 2 с выводом 13 осевого модулятора, обеспечивающего торможение задними колесами. Это значит, что разобщающий клапан тоже не обеспечивает прямую подачу воздуха к тормозным камерам задней оси? Обеспечивает, но только в аварийном режиме, когда отказала электроника.

Воздух от вывода 41 разобщающего клапана поступи через вывод 43 обратно в тормозной кран, но на вывод 4, обеспечивающий обратную пневматическую связь с тормозами передней оси. Одновременно, воздействуя на подвижный поршень разобщающего клапана, управляющий сигнал позволит сжатому воздуху от вывода 1 через открытый ускорительный клапан пройти к выводу 2, а затем и на вывод 13 осевого модулятора. Воздействуя на два трехходовых клапана, сжатый воздух переместит их вверх, открыв прямой ток сжатого воздуха через выводы 21 и 22 непосредственно к камерам тормозных механизмов задней оси. Но это только в случае отказа электроники.

Режим торможения колесами задней оси производится по команде элект-

тронного блока управления EBS. Для этого внутри осевого модулятора установлены два впускных и два выпускных электромагнитных клапана, которые, получив электрический сигнал от ЭБУ EBS, откроют проход воздуха от выводов 12 и 11 к выводам 21 и 23, а далее к тормозным камерам.

Одновременно, сжатый воздух поступи через вывод 23 к выводу 42 разобщающего клапана, соленоид которого обесточен, поэтому сжатый воздух вдоль сердечника электромагнитного клапана начнет поступать к поршню разобщающего клапана, переместит его вниз и прервет сообщение от вывода 41 к выводу 43 поршня-ускорителя разобщающего клапана. Таким образом, прервется пневматическая обратная связь по управлению торможением колес передней оси, уступив свободу выбора режима торможения электронике.

Если при торможении автомобиля возникает необходимость в работе системы ABS, электромагнитный клапан, установленный на линии, соединяющей осевой модулятор с камерой тормозного механизма, сделает свое дело, однако величину тормозного усилия откорректирует осевой модулятор, периодически открывая и закрывая впускной и выпускной клапаны соответствующего борта. Чтобы изменение давления в контурах тормозных камер не привело к срабатыванию аварийного торможения при помощи ускорителя разобщающего клапана, с некоторым опережением на его соленоид будет подано напряжение, которое возбудит электромагнит, и сердечник запрет воздух в камере разобщающего клапана. Это предотвратит подключение пневматического управления режимом торможения.

В режиме ASR модулятор может по команде ЭБУ EBS напрямую подать сжатый воздух на диафрагму тормозной камеры буксующего колеса, тем самым перераспределить тяговое усилие на второе колесо ведущей оси.

Контроль режима торможения система EBS производит не только, опираясь на сигналы колесных датчиков, но и контролирует давление подаваемого в тормозные камеры воздуха. Для этого в каждом приборе, за исключением разобщающего клапана, установлены датчики давления, обозначенные на схе-

мах литером (U/P). Наличие датчиков позволяет более точно управлять режимом торможения, так как с их помощью производится обратная связь, позволяющая учитывать не только состояние дорожного полотна, но и износ шины и деталей тормозных механизмов. Такую систему можно назвать «самообучающейся», так как в процессе её длительной работы накапливается информация о приемлемых режимах управления торможением, что позволяет не перетормаживая задавать плавный режим снижения угловой скорости вращения колеса.

В этой главе мы намерено упустили рассмотрение работы стояночной тормозной системы, так как о ней подробно было рассказано в предыдущих главах.

Режим управления торможением прицепа несколько отличается от рассмотренного ранее, так как наличие электронного управления позволяет производить торможение всего автопоезда более корректно, предотвращая «складывание» автопоезда и обеспечивая растягивающее усилие в сцепке.

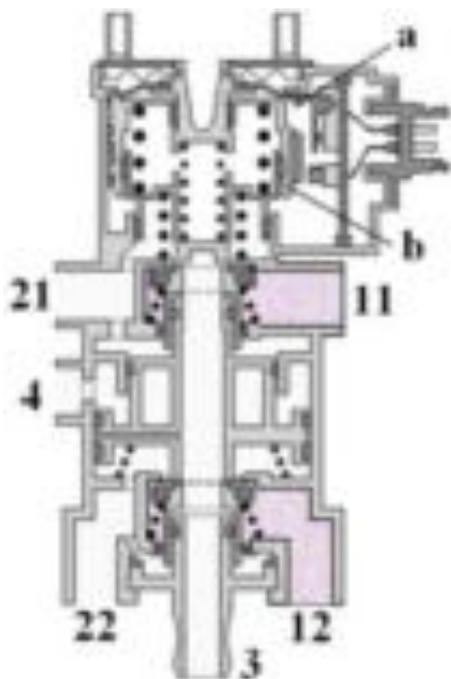
Применение EBS позволяет за счет правильного расчета тормозного усилия на каждом колесе автопоезда значительно снизить затраты на ремонт шин и тормозных механизмов.

### **1.7.3 Тормозной кран EBS**

Вначале рассмотрим работу тормозного крана.

В системе электронно-пневматического торможения применяется двухконтурный пневматический клапан, который обеспечивает соответствие давления, подаваемого в тормозные контуры передней и задней оси, а также к клапану управления торможением прицепа, силе нажатия на педаль тормоза. Тормозной кран, применяемый в тормозных системах EBS, служат для формирования пневматического сигнала, подаваемого в контуры торможения колес передней и задней оси, а также для передачи информации о начале торможения от двухпозиционного выключателя (а) и об истинном положении штока

(b) позиционным датчиком перемещения штока.



3 – сброс воздуха в атмосферу; 4 – вывод подключения линии обратной связи; 11 – вывод обеспечения сжатым воздухом первого контура тормозной системы; 12 – вывод обеспечения сжатым воздухом второго контура тормозной системы; 21 – подача сжатого воздуха в тормозную систему задней оси; 22 – подача сжатого воздуха в тормозную систему передней оси; а – датчик начала торможения; б – датчик положения штока толкателя тормозной педали.

Рисунок 1.69 – Тормозной кран EBS.

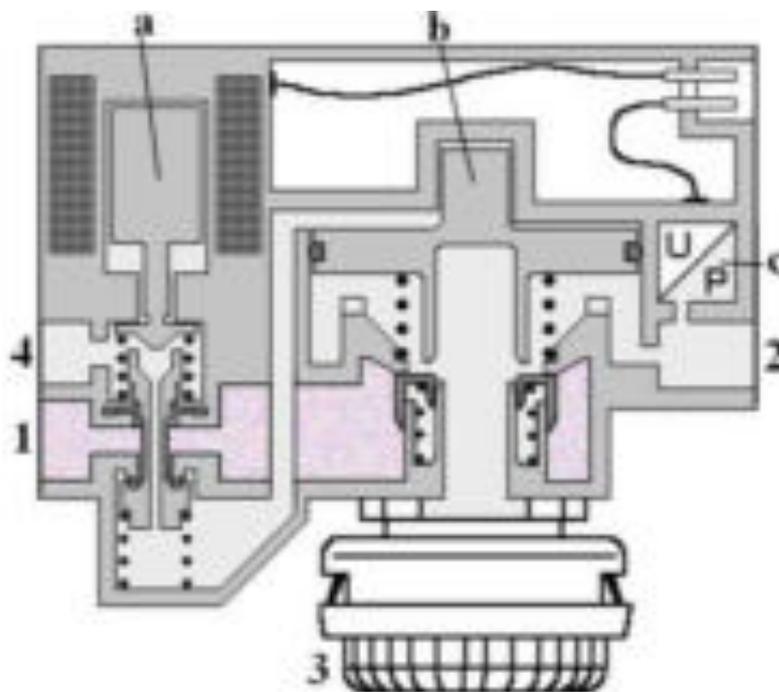
Принцип работы мало отличается от принципа работы двухконтурного тормозного крана обычной тормозной системы тягача. На вывод 11 подается сжатый воздух из ресивера первого тормозного контура. При нажатии на педаль тормоза этот контур подает пневматический сигнал через вывод 21 в разобщающий клапан резервного контура, который обеспечивает передачу управляющего сигнала на модулятор задней оси.

Одновременно через вывод 21 подается управляющий сигнал и на кран управления тормозами прицепа.

Через вывод 12 сжатый воздух поступает из ресивера второго контура. При нажатии на педаль тормоза включение второго контура производится после наполнения сжатым воздухом первого контура через отверстие в канале вывода 21 или через дополнительный вывод 4, соединенный с разобщающим клапаном резервного контура. Пневматический привод второго контура тормозного крана обеспечивает поступление сжатого воздуха от вывода 12 к выводу 22 с некоторым запаздыванием, что обеспечивает большее тормозное усилие и его более раннее нарастание в контуре торможения прицепа, а также в контуре задней оси.

### 1.7.4 Пропорциональный ускорительный клапан

Пропорциональный ускорительный клапан применяется в электронно-пневматической системе EBS и служит для обеспечения сжатым воздухом тормозных камер передней оси при торможении автомобиля.



1 – вывод приема сжатого воздуха; 2 – вывод подачи воздуха к тормозным камерам передней оси; 3 – вывод сброса воздуха в атмосферу; 4 – вывод поступления управляющего сигнала от тормозного крана; а – якорь соленоида электромагнитного клапана; b – ускорительный клапан управления торможением передней оси; с – датчик давления.

Рисунок 1.70 – Пропорциональный ускорительный клапан.

В корпусе клапана (см. рисунок 1.70) установлены пропорциональный электромагнитный клапан (а) и ускорительный пневматический клапан (b). Сжатый воздух на вывод 1 подается из ресивера второго контура. Управляющий сигнал в виде давления воздуха, поступающего к выводу 4, определяется силой нажатия на педаль тормоза. Однако электронный блок управления EBS может корректировать тормозную силу на колесах передней оси при помощи пропорционального клапана. Воздух от тормозного крана поступает на вывод

4 и через осевое отверстие в клапане проникает к поршню ускорительного клапана. Подача управляющего напряжения на соленоид пропорционального клапана (а) электрическим блоком управления EBS позволяет открыть большое или меньшее проходное сечение, обеспечивая регулировку давления в контуре 2. Наличие ускорительного клапана (b) позволяет производить быстрое включение тормозов передней оси. Через вывод 2 осуществляется подача воздуха к тормозным камерам передней оси, давление в которых при необходимости будет регулироваться магнитными клапанами ABS.

Информацию о величине давления в тормозных камерах передней оси ЭБУ EBS получает от датчика давления (с), установленного в корпусе пропорционального ускорительного клапана.

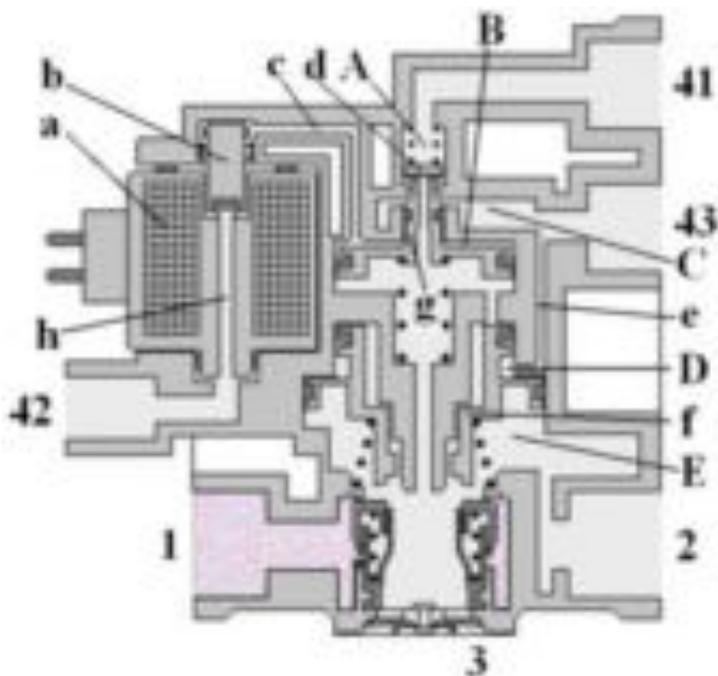
### **1.7.5 Разобщающий клапан резервного контура**

Разобщающий клапан резервного контура (см. рисунок 1.71) служит для пневматического управления режимом торможения в случае появления неисправностей в электронной системе управления EBS, а так же для снижения вероятности ошибочного пневматического управления режимом торможения при активации ASR управления буксующего колеса.

Как было сказано выше, к выводу 41 подается управляющий сигнал от тормозного крана при активации режима торможения в первом контуре тормозной системы.

Отсутствие управляющего электрического сигнала на контактах соленоида (а) позволяет разорвать пневматическое сообщение между полостями (А) и (С), если на вывод 42 будет подан сжатый воздух. Этот воздух, проходя через канал (h), вдоль сердечника электромагнитного клапана (b) и канал (с), поступает в полость (В), где оказывает воздействие на поршень (g). Поршень (g) движется вниз, освобождая клапан (d), который разобщает полости (А) и (С). В этом случае управляющий сигнал от вывода 41 не проходит к поршню ускорительного клапана (f), как следствие, сжатый воздух от вывода 1 к выводу 2

не поступает.



1 – вывод подачи сжатого воздуха из ресивера первого контура; 2 – вывод подачи воздуха к тормозным камерам передней оси; 41 – вывод приема управляющего сигнала от первого контура тормозного крана; 42 – вывод приема управляющего сигнала от осевого модулятора управления торможением задней оси; 43 – вывод подачи управляющего сигнала во второй контур тормозного крана; А – камера приема управляющего сигнала; В – поршневая полость; С – камера формирования управляющего сигнала; D – камера управления поршнем-ускорителем; E – камера подачи давления к тормозным камерам задней оси; а – соленоид электромагнитного клапана; b – якорь электромагнитного клапана; с – канал подачи давления от электромагнитного клапана к поршню разобщающего клапана; d – разобщающий клапан; e – канал подачи управляющего сигнала к поршню-ускорителю; f – поршень-ускоритель; g – поршень разобщающего клапана; h – осевой канал соленоида электромагнитного клапана.

Рисунок 1.71 – Разобщающий клапан резервного контура.

В аварийном режиме, когда электроника по какой-либо причине отказывает, сжатый воздух от осевого модулятора на вывод 42 не поступает и разоб-

щение полостей (А) и (С) не происходит. В этом случае сжатый воздух, поступивший от первого контура тормозного крана на вывод 41, проникает не только к выводу 43, но и по каналу (е) в полость (D). Оказывая воздействие на поршень (f) ускорительного клапана, сжатый воздух перемещает его вниз, и открывает проход сжатого воздуха от вывода 1 к выводу 2 и далее через осевой модулятор к тормозным камерам задней оси.

Давление в тормозных камерах задней оси будет равным управляющему давлению, поданному через вывод 41, так как прекращение подачи воздуха ускорительным клапаном произойдет после выравнивания давления в полостях (E) и (D).

Сброс давления из камеры (D) вызовет перемещение поршня ускорительного клапана вверх, при этом полость (D) получает сообщение с атмосферой через вывод 3.

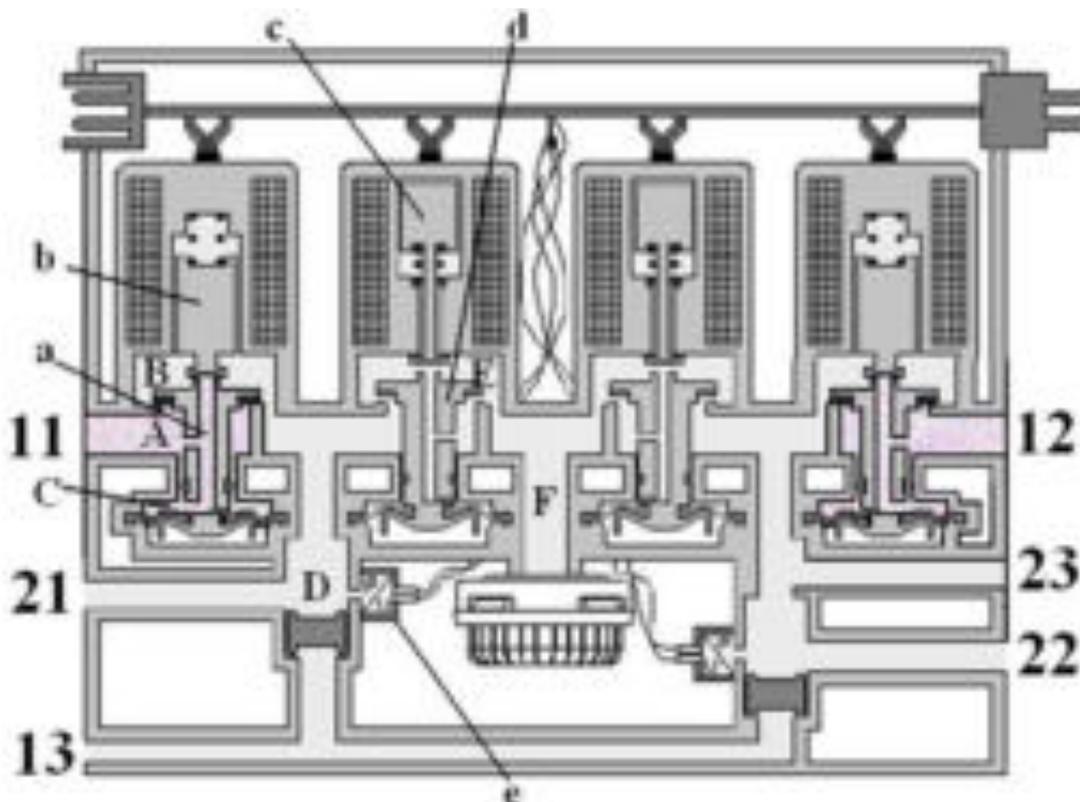
### **1.7.6 Осевой модулятор**

Осевой модулятор предназначен для управления давлением в тормозных камерах по бортам на одной или двух осях.

Осевой модулятор (см. рисунок 1.72) содержит два впускных и два выпускных электромагнитных клапана. Управление производится по двум параллельным каналам: от вывода 11 к выводу 21 и от вывода 12 к выводам 22 и 23. Выводы 11 и 12 предназначены для подключения к ресиверу первого контура тормозной системы, а через выводы 21 и 22 осуществляется подача сжатого воздуха к тормозным камерам колес задней оси левого и правого борта соответственно. Вывод 23 предназначен для соединения с разобщающим клапаном резервного контура.

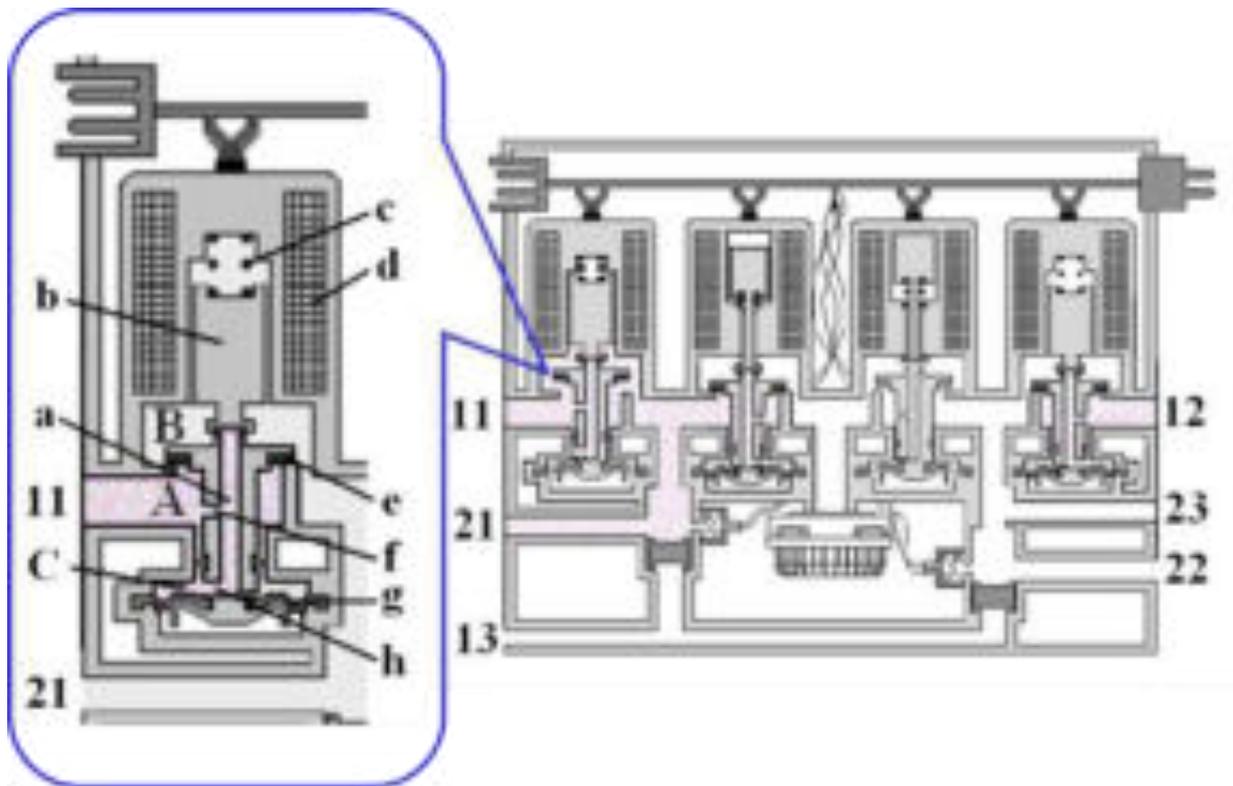
Оба впускных клапана – нормально закрытого типа. Это значит, что при отсутствии управляющего напряжения, подаваемого ЭБУ EBS на соленоид, сердечник клапана находится в положении, соответствующем закрытому состоянию пневматической части клапана. Оба выпускных клапана – напротив,

нормально открытого типа.



11 и 12 – вывод приема сжатого воздуха из ресивера первого конура; 13 – вывод приема управляющего сигнала от разобщающего клапана резервного контура; 21 – вывод подачи сжатого воздуха к тормозной камере заднего колеса левого борта; 22 – вывод подачи сжатого воздуха к тормозной камере заднего колеса правого борта; 23 – вывод линии резервного управления торможением задней оси; А – камера приема сжатого воздуха от ресивера первого контура; В – клапанная камера впуска сжатого воздуха; С – диафрагменная камера; D – камера измерения давления в тормозном конуре; E – клапанная камера сброса воздуха из тормозного конура; F – канал сброса воздуха; а – осевой канал впускного клапана; b – якорь электромагнитного клапана впуска сжатого воздуха; с – якорь электромагнитного клапана сброса давления; d – клапан сброса давления из тормозной камеры; e – датчик давления воздуха в магистрали, питающей тормозные камеры колес левого борта.

Рисунок 1.72 – Осевой модулятор.



11 – вывод подачи сжатого воздуха из ресивера; 21 – вывод подачи сжатого воздуха к тормозным камерам колес левого борта; А – канал впуска воздуха в электромагнитный клапан; В – верхняя полость подачи воздуха к тормозным камерам; С – нижняя диафрагменная полость; а – осевой канал полого сердечника клапана; b – якорь соленоида с торцевым уплотнением; с – возвратная пружина; d – электромагнитная катушка (соленоид); e – кольцевое резиновое уплотнение тарелки клапана; f – верхний радиальный канал; g – диафрагма.

Рисунок 1.73 – Устройство электрической и пневматической части впускного клапана осевого модулятора.

Электрическая часть клапана (см. рисунок 1.73) состоит из соленоида (d) (электромагнитной катушки), подвижного сердечника (b) с торцевым уплотнением в своей нижней части, и возвратной пружины (c), удерживающей пневматическую часть клапана в закрытом состоянии. Пневматическая часть клапана содержит полый сердечник (a), имеющий два радиальных отверстия (f) и (h). Нижняя часть сердечника соединена с диафрагмой (g), делящей полость камеры на две части. Верхняя часть сердечника имеет плечевой упор, на поверхности которого расположено кольцевое резиновое уплотнение (e). Это

уплотнение в закрытом состоянии клапана не пропускает сжатый воздух из полости (А), в которую подается сжатый воздух из ресивера первого контура, в полость (В), через которую производится подача воздуха к камерам тормозных механизмов задних колес.

В закрытом состоянии сердечник электромагнитного клапана перекрывает отверстие осевого канала (а), не позволяя сжатому воздуху проникнуть из камеры (А) в камеру (В). По радиальному каналу (f) воздух поступает в осевой канал (а), откуда по нижнему радиальному каналу (h) воздух проникает в камеру (С). Воздействуя на верхнюю часть диафрагмы, сжатый воздух удерживает пневматический клапан в закрытом состоянии. Как только торцевой уплотнитель сердечника (b) освободит осевое отверстие пневматического клапана, сжатый воздух покинет камеру (С), освободив диафрагму. Находящийся в камере (А) сжатый воздух поднимет пневматический клапан, освободив проход воздуха через образовавшийся зазор (е) из камеры (А) в камеру (В).

На схеме показано положение клапанов осевого модулятора, при котором происходит электронное управление торможением только одного из колес бортов автомобиля. Второе колесо остается незаторможенным.

Как было сказано выше, в таком положении клапаны могут оказаться при торможении одного из ведущих колес автомобиля в режиме ASR. Если происходит режим управления ABS, оба клапана должны пропускать воздух к тормозным камерам, однако величину тормозного усилия на колесах правого или левого борта модулятор может установить, периодически открывая осевое отверстие выпускного клапана.

Давление в контуре правого и левого бортов ЭБУ EBS может контролировать с помощью датчиков давления, вмонтированных в корпус модулятора.

При неисправности электроники режим торможения производится подачей сжатого воздуха через вывод 13 (см. рисунок 1.74). Трехходовые клапаны перемещаются вверх, перекрывая канал выпуска воздуха через вывод 3 и сжатый воздух беспрепятственно проникает через выводы 21 и 22 в тормозные камеры колес левого и правого бортов. В этом случае сжатый воздух не может

достигнуть вывода 23 и оказать соловое воздействие на разобщающий клапан резервного контура, поэтому вся система работает в резервном режиме аварийного функционирования без активации ABS и ASR.

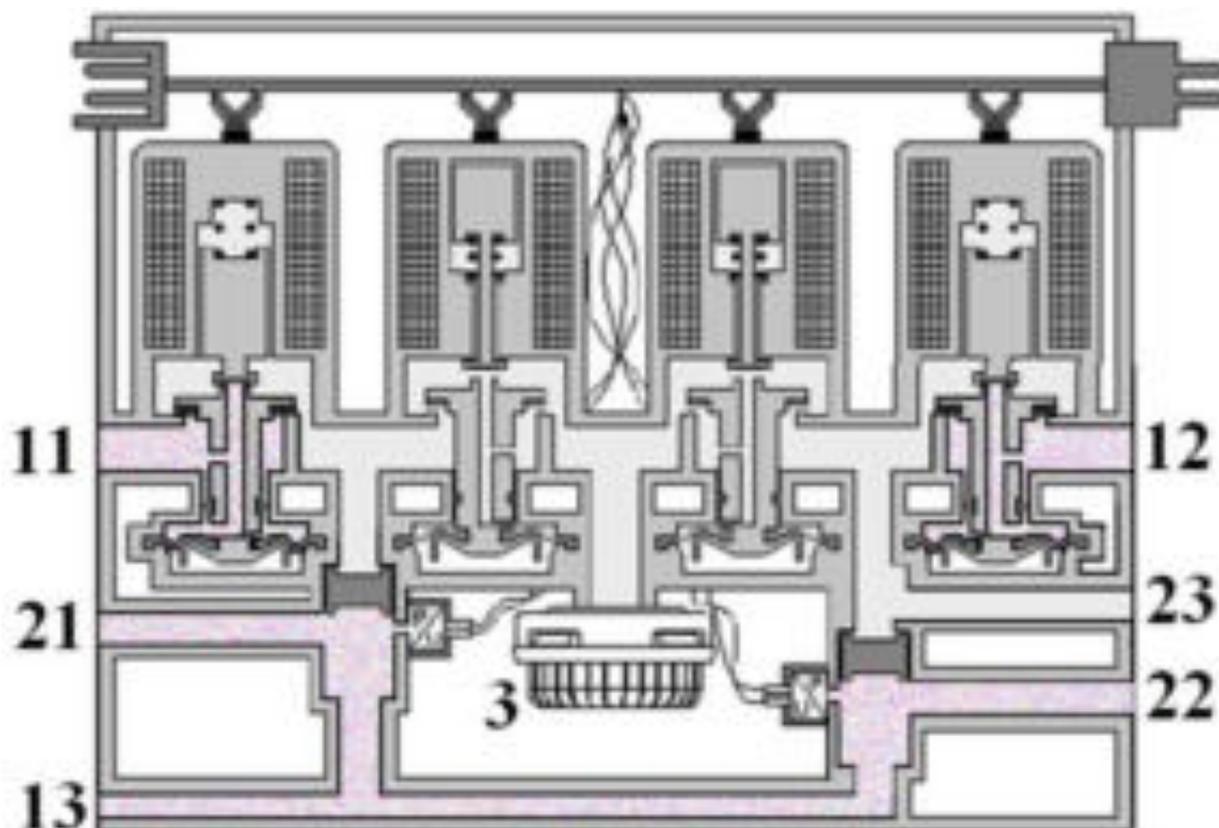


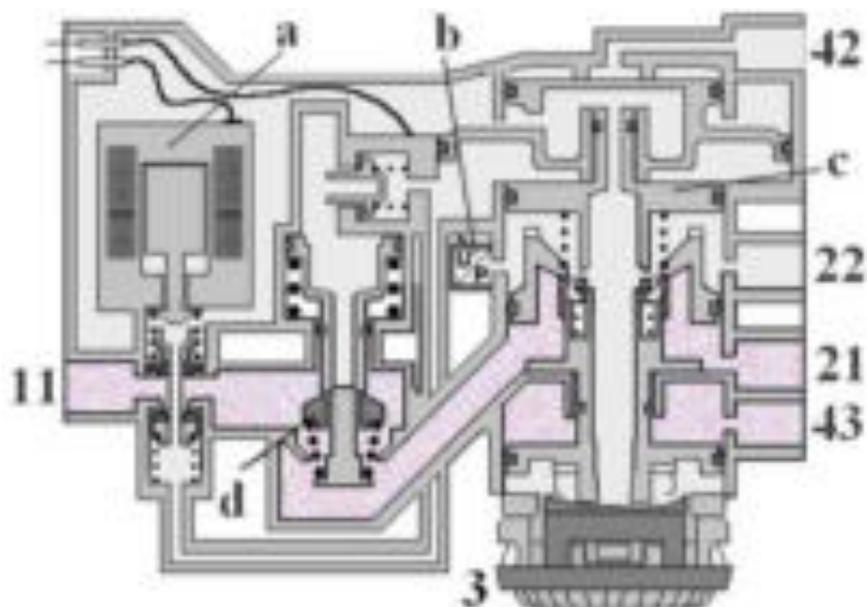
Рисунок 1.74 – Работа осевого модулятора в аварийном режиме при отказе электроники.

### 1.7.7 Клапан управления тормозами прицепа

Отличие клапана, применяемого на тягачах, оборудованных EBS, заключается в возможности электронного регулирования управляющего давления, подаваемого через вывод 22 и соединительную головку к тормозному крану прицепа.

Клапан управления тормозами прицепа состоит из пропорционального магнитного клапана (а) и ускорительного клапана (с). Электрическое управление и контроль управляющего давления производится ЭБУ ABS. Кран управления снабжен аварийным клапаном (d), который разобщает вывод 11 и вывод 21, перекрывая магистраль в случае разрыва или разъединения витого шланга,

соединяющего тягач с прицепом.



11 – вывод поступления сжатого воздуха из ресивера, обеспечивающего питание системы торможения прицепа и стояночной тормозной системы тягача; 21 – вывод подачи сжатого воздуха в тормозную систему прицепа; 22 – вывод подачи управляющего сигнала в тормозную систему прицепа; 42 – вывод подключения линии управления тормозами тягача; 43 – вывод подключения линии стояночного тормоза тягача; а – пропорциональный электромагнитный клапан; b – датчик давления воздуха в магистрали управления тормозами прицепа; с – клапан-ускоритель; d – аварийный клапан.

Рисунок 1.75 – Клапан управления тормозами прицепа тягачей, оборудованных EBS.

При нажатии на педаль тормоза управляющий сигнал в виде потока сжатого воздуха поступает от тормозного крана к выводу 42. Перемещая поршень (с) вниз, управляющее давление включает ускорительный клапан, подавая сжатый воздух из напорной полости в управляющую магистраль 22. Этот воздух поступает через соединительную головку, через витой шланг в управляющую магистраль прицепа и с его помощью происходит включение тормозного крана прицепа. Подача управляющего давления прекращается после достижения в управляющем канале давления, равного сигнальному давлению, приходящему от тормозного крана на вывод 42.

Если возникает необходимость увеличения управляющего давления, в работу вступает пропорциональный клапан. Электрический сигнал, посылаемый ЭБУ EBS на соленоид пропорционального клапана (а), сердечник клапана перемещается вниз, отодвигая уплотнение от корпуса клапана и обеспечивая подачу воздуха через каналы в полость над поршнем ускорительного клапана (с). Клапан (с) вновь открывается, пропуская сжатый воздух из напорной магистрали в управляющую. Устанавливается новый уровень управляющего давления, величину которого можно увеличить или уменьшить, открывая или закрывая пропорциональный клапан.

Вывод 43 соединен с краном управления стояночным тормозом. Вспомнить принцип работы крана управления тормозами прицепа в режиме стояночного тормоза вы можете, просмотрев главу «Тормозные системы тягача».

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тормоза должны обеспечивать регулирование скорости автомобиля и его остановку с необходимым замедлением. Для этой цели в современных грузовых автомобилях используется пневматическая тормозная система. При обнаружении каких-либо отклонений в работе тормозов, а также при ремонтных работах других узлов и механизмов, следует внимательно осмотреть состояние тормозных шлангов и трубопроводов. Особое внимание необходимо обратить на места перегибов шлангов, перехода трубопроводов через стенки в моторном отсеке, обжима трубок скобами на кузове.

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

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

17. Головин С.И. Устройство автомобиля. Часть 2 Автомобильные колеса и шины / С.И. Головин, А.А. Жосан, М.М. Ревякин – Орел: Орловский ГАУ, 2018. – 85 с.
18. Головин С.И. Устройство автомобиля. Часть 3 Подвеска / С.И. Головин, А.А. Жосан, М.М. Ревякин – Орел: Орловский ГАУ, 2018. – 118 с.
19. Головин С.И. Устройство автомобиля. Часть 4 Тормозные системы / С.И. Головин, А.А. Жосан, М.М. Ревякин – Орел: Орловский ГАУ, 2018. – 108 с.
20. Головин С.И. Устройство автомобиля. Часть 6 Рулевое управление / С.И. Головин, А.А. Жосан, М.М. Ревякин – Орел: Орловский ГАУ, 2018. – 78 с.
21. Головин С.И. Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине «Конструкция и эксплуатационные свойства автомобилей» / С.И. Головин, А.А. Жосан, М.М. Ревякин. – Орёл, 2017. – 123 с.
22. Жосан А.А. Анализ эксплуатации зарубежной техники в России / А.А. Жосан, М.Р. Михайлов, С.И. Головин // Тракторы и сельхозмашины. Москва, 2009. № 4. С. 52-53.
23. Жосан А.А. Архитектурная топология системы самодиагностики / А.А. Жосан, М.М. Ревякин // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – Курск, 2011. Т. 3. № 3. С. 72-73.
24. Жосан А.А. К вопросу о причинах изменения геометрии шатунов / А.А. Жосан, М.М. Ревякин, Е.В. Яковлева // В сборнике: Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ-2015) сборник статей VII Международной научно-технической конференции. Е.В. Агеев (отв. редактор). – Курск, 2015. С. 52-64.
25. Жосан А.А. К вопросу об улучшении эксплуатационных свойств моторных масел / А.А. Жосан, М.М. Ревякин, Д.С. Ершов // Агротехника и энергообеспечение. – Орел, 2016. № 2 (11). С. 81-86.
26. Жосан А.А. К вопросу развития средств диагностирования / А.А. Жосан, С.Н. Куликов, М.М. Ревякин // Труды ГОСНИТИ. – Москва, 2009. Т. 103. № 1. С. 47-48.
27. Жосан А.А. К вопросу управления техническим состоянием дизеля / А.А.

Жосан, С.И. Головин // В сборнике: Механизация интенсивных технологий в АПК. – Орел, 2006. С. 134-137.

28. Жосан А.А. Методология определения продуктов износа в моторных маслах / А.А. Жосан, М.М. Ревякин, А.А. Титов // Агротехника и энергообеспечение. – Орел, 2016. № 2 (11). С. 87-92.

29. Жосан А.А. Мониторинг изнашивания деталей дизеля, как средство оптимизации системы технического обслуживания / А.А. Жосан, С.И. Головин // Монография. – Орел, 2017. – 156 с.

30. Жосан А.А. Обеспечение ресурса двигателей тракторов агропромышленного комплекса путем контроля условий эксплуатации по химмотологическому параметру моторного масла / А.А. Жосан, С.И. Головин // Монография. – Орел, 2013. – 189 с.

31. Жосан А.А. Оценка способов формирования систем самодиагностики распределенного типа / А.А. Жосан, М.М. Ревякин // В сборнике: Энергосберегающие технологии и техника в сфере АПК Сборник материалов к Межрегиональной выставке-конференции. – Орел, 2011. С. 209-211.

32. Жосан А.А. Перспективы импорта сельскохозяйственной техники / А.А. Жосан, М.Р. Михайлов, С.И. Головин // В сборнике: Состояние и перспективы энерго- и ресурсосберегающих технологий в АПК. / Материалы Международной научно-практической конференции. – Орел, 2009. С. 35-38.

33. Жосан А.А. Пути улучшения технических, экономических и экологических показателей дизельных двигателей / А.А. Жосан, С.И. Головин, О.А. Кореньков // В сборнике: Ресурсосбережение - XXI век. Сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Орел, 2005. С. 46-48.

34. Жосан А.А. Система РИКОС как способ обеспечения и поддержания целевой динамичности мобильных энергетических средств / А.А. Жосан, С.И. Головин, М.М. Ревякин // В сборнике: Состояние и перспективы энерго- и ресурсосберегающих технологий в АПК. / Материалы Международной научно-практической конференции. – Орел, 2009. С. 52-57.

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

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

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

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

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

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

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

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

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