

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Лысьвенский филиал федерального государственного автономного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»  
(ЛФ ПНИПУ)

Факультет: профессионального образования

Направление: 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

Кафедра: «Общенаучных дисциплин»

Доцент с и.о. зав. кафедрой ОНД

\_\_\_\_\_ Е.Н.Хаматнурова

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

На тему: «Разработка демонстрационного стенда по изучению  
рабочих процессов пневматической тормозной системы  
автомобиля КамАЗ»

Студент: \_\_\_\_\_ (И.А. Павлов)

Состав выпускной квалификационной работы:

Пояснительная записка на \_\_88\_\_ стр.

Графическая часть на \_2\_ листах.

Руководитель выпускной квалификационной работы

\_\_\_\_\_ (А.В. Лепихин)

I 1

Лысьва 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. Теоретические основы разработки демонстрационного стенда по изучению рабочих процессов пневматической тормозной системы автомобиля КамАЗ. 5	
1.1 Обоснование необходимости использования лабораторных стендов в образовательном процессе .....	5
1.2 Устройство и принцип работы пневматической тормозной системы автомобиля КамАЗ .....	6
2. Разработка демонстрационного стенда по изучению рабочих процессов пневматической тормозной системы автомобиля КамАЗ .....	51
2.1 Анализ рынка лабораторных стендов .....	51
2.2 Разработка концепции и конструкции .....	58
2.3 Оценка экономических затрат .....	61
3. Применение лабораторного стенда в учебном процессе при подготовке бакалавров по направлению ЭТТМ.....	63
3.1 Требования к проведению и оснащению лабораторных занятий .....	63
3.2 Разработка лабораторных занятий .....	66
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	68
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	69
ПРИЛОЖЕНИЕ А-Возможные неисправности пневмопривода и способы их устранения.....	71
ПРИЛОЖЕНИЕ Б-Анализ предлагаемой схемы стенда .....	75
ПРИЛОЖЕНИЕ В-Стенд по изучению тормозной системы КамАЗ.....	76
ПРИЛОЖЕНИЕ Г-Лабораторная работа №1 .....	77

## ВВЕДЕНИЕ

Автомобильный транспорт давно стал неотъемлемой частью жизни современного человека и число автомобилей на дорогах становится все больше и больше.

Вместе с увеличением автомобилей осложняется и обслуживание подвижного состава. Для решения данной проблемы разрабатываются специальные устройства, позволяющие наилучшим образом подготовить специалиста по ТО и Р. Таким устройством в первую очередь является лабораторный стенд, который позволяет отработать навыки и изучить устройство систем автомобиля на реальных элементах.

Наибольшую актуальность данное направление приобретает при подготовке специалистов по обслуживанию и ремонту грузовой техники. Ответственность за работу таких специалистов значительно выше, с учетом сложности некоторых систем грузовых автомобилей, подготовка данных кадров сильно осложняется.

Одной из ключевых систем безопасности в любом автомобиле является тормозная система. В случае грузового транспорта речь идет о пневматической системе. Данный вид получил широкое распространение, однако обслуживание его осложнено. Система работает под постоянным давлением, и ряд неисправностей диагностируется только в этом случае. Большинство учебных стендов и пособий не могут моделировать работу системы при заданных условиях, а значит и процесс обучения не позволяет в полной мере освоить данное направление.

Таким образом, актуальность создания лабораторного стенда, работающего под давлением становится актуальной задачей при подготовке специалистов по ТО и Р пневматических тормозных систем.

**Цель** данной выпускной квалификационной работы можно сформулировать следующим образом: разработка проекта лабораторного стенда по изучению работы пневматической тормозной системы на примере автомобиля семейства «КамАЗ».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить конструктивные особенности пневматических тормозных систем;
2. Проанализировать рынок лабораторных стендов согласно тематике работы;
3. Разработать конструкцию лабораторного стенда с разработкой минимум одной лабораторной работы;
4. Произвести анализ экономической целесообразности разработки данного стенда.

**Объектом** исследования является возможность и перспективы использования лабораторных стендов в учебном процессе.

**Предметом** – конструкция лабораторного стенда, имитирующего работу пневматической тормозной системы.

## **1. Теоретические основы разработки демонстрационного стенда по изучению рабочих процессов пневматической тормозной системы автомобиля КамАЗ**

1.1 Обоснование необходимости использования лабораторных стендов в образовательном процессе

Эффективность подготовки будущих специалистов во многом зависит от качества образования, а именно: лекционные занятия, демонстрационные эксперименты, лабораторные практикумы с применением учебно-лабораторного оборудования, мультимедийные средства обучения. Как показывает педагогическая практика, достичь высокого качества образования невозможно без использования учебной техники и стендового оборудования. Не последнюю роль в этом процессе играет использование качественного лабораторного оборудования, включая лабораторные стенды.

Одним из лучших способов обучения, несомненно, является применение специальных учебных лабораторных стендов. С их помощью проведение практических и лабораторных занятий становится увлекательным и позволяет более качественно изучить техническую базу, а также получить практические навыки работы с современными средствами автоматизации и программным обеспечением.

Учебные лабораторные стенды созданы с применением новейшего оборудования и программного обеспечения для организации полноценного обучения студентов и проведения исследовательских работ. Эта техника позволяет будущим специалистам получить не только теоретические, но и практические навыки работы. Только с помощью учебных лабораторных стендов можно безопасно и максимально приближенно к реальности работать с виртуальными и реальными объектами управления.

К общим характеристикам учебных лабораторных стендов можно отнести: удобство в использовании, продуманная функциональность, легкость и безопасность использования, возможность дистанционного управления, длительный срок службы, отличная эргономика, богатая

комплектация, современный уровень компьютеризации и автоматизации, оптимальное соотношение между ценой и качеством. Оборудование является отличным помощником в объяснении и усвоении материала. Они незаменимы и приносят пользу как студентам, так и преподавателям.

## 1.2 Устройство и принцип работы пневматической тормозной системы автомобиля КамАЗ

Автомобиль оборудован рабочей, стояночной, запасной и вспомогательной тормозными системами. Хотя эти тормозные системы имеют общие элементы, работают они независимо одна от другой и обеспечивают необходимую эффективность торможения в любых условиях эксплуатации. Кроме того, автомобиль оснащен аварийной сигнализацией и контрольными приборами, позволяющими следить за работой пневмопривода. Автомобиль оборудован также тормозными приборами для подключения тормозной системы прицепа как с однопроводным пневмоприводом, так и с двухпроводным приводом.

Тормозная система автомобилей приведена на рисунке 1.

**Рабочая тормозная система** предназначена для уменьшения скорости движения автомобиля или полной его остановки. Она позволяет надежно и быстро останавливать движущийся автомобиль. Тормозные механизмы рабочей тормозной системы установлены на всех колесах автомобиля. Привод рабочей тормозной системы пневматический, двухконтурный, отдельный для тормозных механизмов переднего моста и задней тележки автомобиля. Управляется двухсекционным тормозным краном, расположенным на передней панели кабины.

**Стояночная тормозная система** обеспечивает торможение неподвижного автомобиля, в том числе на уклоне и в отсутствие водителя.

Допускается пользоваться ею для остановки движущегося автомобиля только в аварийных случаях, при выходе из строя рабочей тормозной системы, а также для подтормаживания в сложных дорожных условиях, при гололеде, для «растяжки» автопоезда.

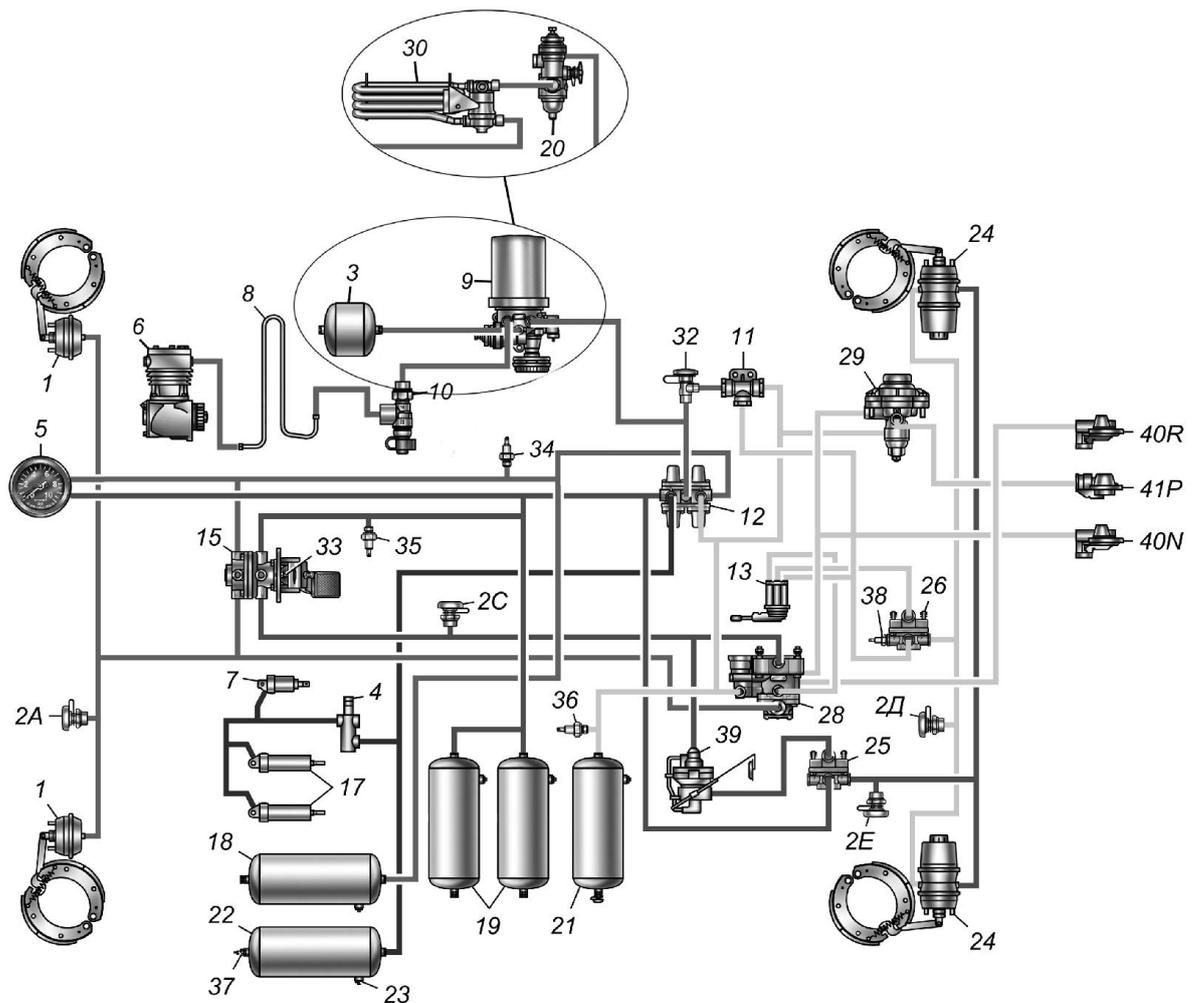


Рисунок 1 - Схема пневматического тормозного привода автомобилей КАМАЗ-4350 и - 43501:

1 – передние тормозные камеры; 2 (А, С, Д, Е) - контрольные выходы; 3 – ресивер регенерационный; 4 - кран управления вспомогательной тормозной системой; 5 - двухстрелочный манометр; 6 - компрессор; 7 - пневмоцилиндр привода рычага останова двигателя; 8 – теплообменник; 9 – адсорбентный осушитель с регулятором давления; 10 – клапан накачки шин; 11 - двухмагистральный перепускной клапан; 12 – 4-х контурный защитный клапан; 13 - кран управления стояночной тормозной системой; 15 - двухсекционный тормозной кран; 17 - пневмоцилиндры привода заслонок механизма вспомогательной тормозной системы; 18 - ресивер контура I; 19 - ресивер контура II; 20 – регулятор давления; 21 - ресивер контура III; 22 – ресивер контура IV; 23 - кран слива конденсата; 24 – задние тормозные камеры с пружинными энергоаккумуляторами; 25, 26 - ускорительный клапан; 28 - клапан управления тормозными системами прицепа с двухпроводным приводом; 29 - клапан управления тормозными системами прицепа с однопроводным приводом; 30 – влагоотделитель; 32 - кран экстренного растормаживания; 33 – выключатель сигнала торможения; 34, 35, 36, 37 - датчик падения давления в контурах I, II,

III и IV соответственно; 38 – датчик (контрольная лампа стояночного тормоза); 39 - регулятор тормозных сил; 40 – головка соединительная автоматическая (R - к питающей магистрали двухпроводного привода, N - к управляющей магистрали двухпроводного привода); 41 - соединительная головка типа А.

**Запасная тормозная система** предназначена для плавного снижения скорости или остановки движущегося автомобиля при полном или частичном выходе из строя рабочей тормозной системы.

**Вспомогательная тормозная система** автомобиля служит для уменьшения нагруженности тормозных механизмов рабочей тормозной системы. Вспомогательной тормозной системой является газодинамический тормозной механизм в системе выпуска, при включении которого перекрываются выпускные трубопроводы двигателя, отключается подача топлива и обеспечивает повышение эффективности торможения двигателем.

**Система аварийной сигнализации** и контроля состоит из двух частей: световой и звуковой сигнализации о работе тормозных систем и их приводов. В ресиверах привода установлены выключатели падения давления, которые при недостаточном давлении в ресиверах замыкают цепи сигнализаторов, расположенных на панели щитка приборов, а также цепь звукового сигнала (зуммера). Кроме того, имеется выключатель сигнала торможения, который замыкает цепь электрических ламп сигнала торможения при срабатывании рабочей тормозной системы. В системе также присутствуют клапаны контрольных выводов, по которым проводится диагностика технического состояния тормозного пневмопривода, а также при необходимости отбирается сжатый воздух из пневмосистемы.

Пневмопривод состоит из четырех автономных контуров, разделенных один от другого четырехконтурным защитным клапаном. Каждый контур действует независимо от других контуров, в том числе и при возникновении неисправностей.

Таблица 1 – Техническая характеристика тормозных систем

Тормозные механизмы	Барабанного типа с двумя внутренними колодками и разжимным устройством с S-образным кулаком
Диаметр барабана, мм	400
Ширина накладок, мм	140
Длина регулировочного рычага, мм	См. рис. 6-36 и 6-37
Тормозные камеры - переднего моста: - задней тележки	Тип 24, мембранные Тип 24/20 или 24/24, мембранные с пружинными энергоаккумуляторами
Компрессор	Поршневого типа, одноцилиндровый, с жидкостным охлаждением головки и принудительным смазыванием
Диаметр цилиндра и ход поршня, мм	92x46
Производительность при противодавлении 700 кПа (7 кгс/см <sup>2</sup> ) и частоте вращения коленчатого вала 2200 мин <sup>-1</sup> , л/мин	380
Привод	Шестеренный, через зубчатые колеса привода агрегатов; передаточное число 0,94
Противодавление в выпускной системе при закрытых заслонках механизма вспомогательной тормозной системы, кПа (кгс/см <sup>2</sup> ), max	250 (2,5)

**Контур I** привода рабочих тормозных механизмов переднего моста состоит из части четырехконтурного защитного клапана 12; ресивера 18 с краном слива конденсата и датчиком падения давления 34, установленным в нижней секции тормозного крана 15, части двухстрелочного манометра 5; нижней секции двухсекционного тормозного крана 15; клапана контрольного вывода А; двух тормозных камер 1; ускорительного клапана 27; тормозных механизмов переднего моста автомобиля, трубопроводов и шлангов между этими аппаратами. Кроме того, в контур входят трубки подвода воздуха от нижней секции тормозного крана 15 к клапану 28 управления тормозными системами прицепа (рисунок 1).

**Контур II** привода рабочих тормозных механизмов заднего моста (задней тележки) состоит из части четырехконтурного защитного клапана 12; ресиверов 19 с кранами слива конденсата и датчиком падения давления 35, установленным в верхней секции тормозного крана; части двухстрелочного манометра 5; верхней секции двухсекционного тормозного крана 15;

регулятора тормозных сил 39; клапана ускорительного 26; клапанов контрольного вывода С и Е; тормозных камер 24; тормозных механизмов заднего моста (задней тележки); трубопроводов и шлангов между этими аппаратами. В контур входят также трубки от верхней секции тормозного крана 15 к клапану 28 управления тормозными системами прицепа (рис. 1).

**Контур III** привода механизмов стояночной тормозной системы состоит из части четырехконтурного защитного клапана 12; ресивера 21 с клапаном контрольного вывода Д; датчика падения давления 36 в контуре; части двухмагистрального перепускного клапана 11; клапана ускорительного 26 с датчиком (контрольной лампой стояночного тормоза) 38; крана управления стояночной тормозной системой 13; клапана контрольного вывода Д; шлангов между этими аппаратами; клапана 28 управления тормозными системами прицепа и двух автоматических головок 40N и 40R двухпроводного привода тормозных систем прицепа. В тормозные схемы с трехпроводным приводом также входят клапан 29 управления тормозными системами прицепа с однопроводным приводом и соединительная головка 41P типа А.

**Контур IV** привода вспомогательной тормозной системы и других потребителей состоит из секции четырехконтурного защитного клапана 12; ресивера 22 с краном слива конденсата 23 и датчиком падения давления 37 в ресивере; крана управления вспомогательной тормозной системой 4 (поз.2 рис. 6-8); пневмоцилиндра 7 привода рычага останова двигателя; пневмоцилиндров 17 привода заслонок механизма вспомогательной тормозной системы; шлангов между этими аппаратами; магистралей дополнительных потребителей.

От контура IV сжатый воздух поступает к дополнительным потребителям: к пневмоусилителю сцепления, управлению агрегатами трансмиссии и др.

Для наблюдения за работой пневматического тормозного привода и своевременной сигнализации о его состоянии и возникающих

неисправностях в кабине на щитке приборов имеются пять сигнальных лампочек, двухстрелочный манометр, показывающий давление сжатого воздуха в ресиверах двух контуров (I и II) пневматического привода рабочей тормозной системы, и зуммер, сигнализирующий об аварийном падении давления сжатого воздуха в ресиверах любого контура тормозного привода.

Тормозные пневмоприводы тягача и прицепа соединяют три магистрали: магистраль однопроводного привода, питающая и управляющая тормозная магистрали двухпроводного привода. Соединительные головки установлены на задней поперечине рамы.

Работа пневмопривода тормозных систем заключается в следующем. Сжатый воздух из компрессора 6 через теплообменник 8, осушитель 9 (или влагоотделитель 30), поступает к 4-контурному защитному клапану и двухмагистральному перепускному клапану 11, которые распределяют воздух по ресиверам 18, 19, 21 и 22 независимых контуров соответственно I, IV, III, II и контур экстренного растормаживания.

**Рабочая тормозная система.** При заполнении тормозной системы воздух из ресиверов 18 и 19 поступает в соответствующие секции тормозного крана 15. При нажатии на тормозную педаль воздух из нижней секции тормозного крана поступает в тормозные камеры 1, которые приводят в действие тормозные механизмы колес переднего моста. Из верхней секции крана воздух подается в качестве управляющего в ускорительный клапан 25, открывает его, и сжатый воздух из ресиверов 19 подается в тормозные камеры 24, приводящие в действие тормозные механизмы колес промежуточного и заднего мостов. Одновременно от обеих секций тормозного крана по отдельным магистралям воздух поступает к клапану 28 управления тормозными системами прицепа с двухпроводным приводом. Клапан 28 открывается, обеспечивая поступление воздуха к клапану 29 управления тормозами прицепа с однопроводным приводом.

При отпускании педали сжатый воздух из передних тормозных камер, а также из управляющих магистралей клапана управления тормозными

системами прицепа с двухпроводным приводом выходит в окружающую среду через двухсекционный тормозной кран, а также из задних тормозных камер через ускорительный клапан. Автомобиль и прицеп растормаживаются.

**Стояночная тормозная система.** Для затормаживания автомобиля или автопоезда на стоянке рукоятку крана 13 управления стояночной тормозной системой нужно установить в вертикальное фиксированное положение. При этом воздух через атмосферный вывод крана из управляющей магистрали ускорительного клапана 26 и соединительных трубопроводов выходит в окружающую среду. Через атмосферный вывод ускорительного клапана выпускается воздух из цилиндров пружинных энергоаккумуляторов тормозных камер 24. Пружины, разжимаясь, приводят в действие тормозные механизмы заднего и промежуточного мостов. Одновременно падение давления в соединительной магистрали приводит к срабатыванию клапанов управления тормозами прицепа с двухпроводным 28 и однопроводным 29 приводом и к подаче командного давления в соединительные головки.

Для выключения стояночной тормозной системы рукоятку крана 13 нужно установить в горизонтальное положение. При этом воздух из тормозного крана 13 поступает в управляющую магистраль ускорительного клапана 26, который срабатывает и пропускает сжатый воздух из ресивера в пружинные энергоаккумуляторы. При этом силовые пружины сжимаются и автомобиль растормаживается.

При падении давления в пневмоприводе в контуре привода стояночной тормозной системы пружинные энергоаккумуляторы срабатывают, автомобиль затормаживается.

Тормозная система предусматривает экстренное растормаживание автомобиля сразу же после пуска двигателя независимо от степени заполненности ресиверов воздухом. Для этого гайку-барашек на кране экстренного растормаживания заверните до упора. Двухмагистральный перепускной клапан 11 обеспечивает подачу воздуха из питающей части

привода к крану 13, ускорительному клапану 26 и в энергоаккумуляторы при отсутствии воздуха в ресивере 21.

Таким образом, можно начинать движение после того, как погаснет сигнализатор стояночной тормозной системы.

Следует помнить, что при отсутствии воздуха в ресиверах контуров I и II (показания манометра) рабочая тормозная система не действует и торможение нужно проводить тормозным краном 13.

При острой необходимости возможно начало движение через 1-2 сек. после запуска двигателя и при горящем сигнализаторе, соблюдая меры предосторожности.

На автомобилях возможна установка пружинных энергоаккумуляторов быстрого аварийного растормаживания, срабатывание которых происходит при нанесении удара молотком по растормаживающему ключу, вставленному в направляющие трубки.

**Тормозные механизмы** (рисунок 2) установлены на всех колесах автомобиля, основной узел тормозного механизма смонтирован на суппорте, жестко связанном с фланцем моста или поворотным кулаком.

На оси 1, закрепленные в суппорте, посажены две тормозные колодки 4 с приклепанными к ним фрикционными накладками 9, выполненными по серповидному профилю в соответствии с характером их износа. Тормозной барабан расположен на болтах крепления колеса и зафиксирован от осевого перемещения двумя винтами.

При торможении колодки раздвигаются S-образным кулаком и прижимаются к внутренней поверхности барабана. Между разжимным кулаком 7 и колодками 4 установлены ролики 8, снижающие трение и улучшающие эффективность торможения. При растормаживании колодки возвращаются в исходное положение стяжной пружиной.

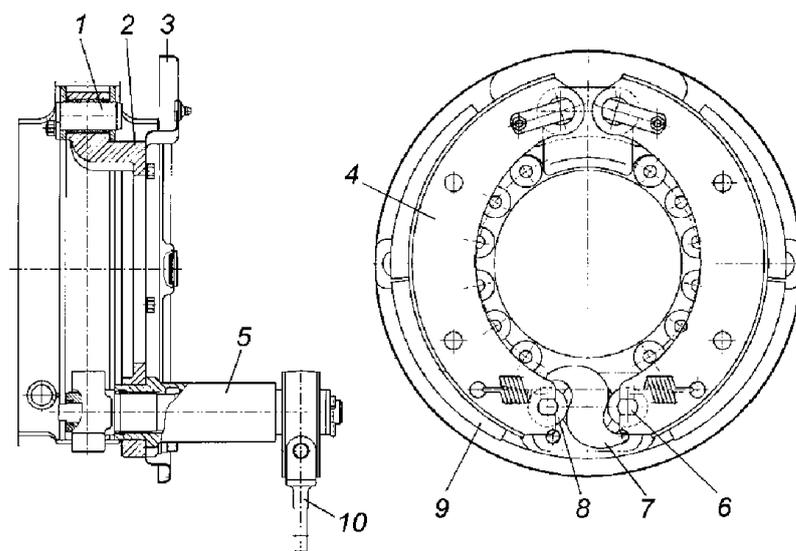


Рисунок 2 – Тормозной механизм:

1 - ось; 2 - суппорт; 3 - щиток; 4 - колодка; 5 – кронштейн; 6 - ось ролика; 7 - разжимной кулак; 8 - ролик; 9 - накладка колодки; 10 - регулировочный рычаг

С 2007 года на автомобилях КАМАЗ в тормозных механизмах вводятся литые колодки тормоза № 53229-3501090-40(41) (рис. 3) вместо штампованных 53205-3501090-40(41). Указанное изменение проводится с целью повышения жесткости, надежности, долговечности тормозного механизма.

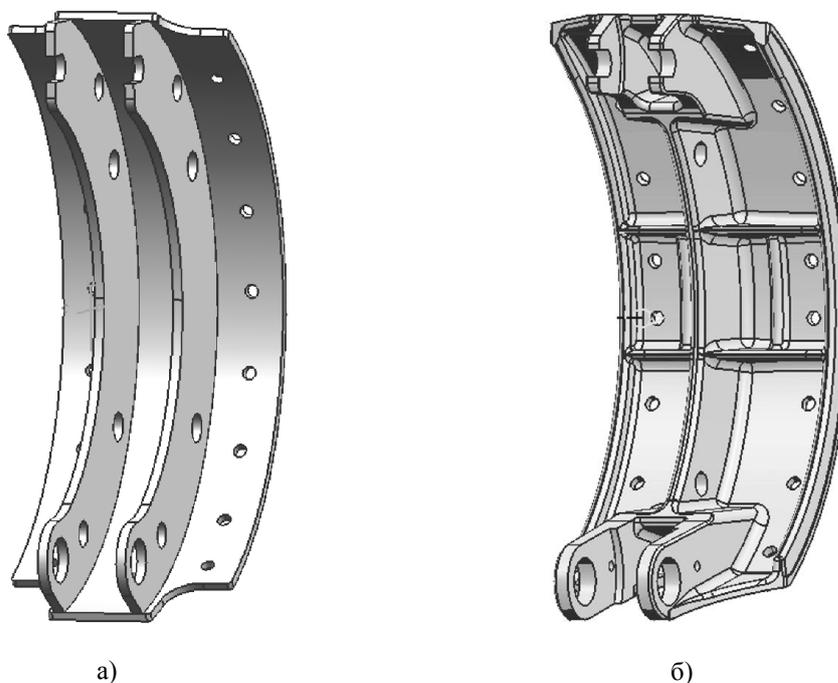


Рисунок – 3. Тормозные колодки:

а – штампованная колодка 53205-3501090-40(41); б – литая колодка 53229-3501090-40(41).

Разжимной кулак 7 вращается в кронштейне 5, который прикреплен к суппорту болтами. На этом же кронштейне устанавливается и тормозная камера.

На шлицеванном конце вала разжимного кулака закреплен регулировочный рычаг 10 червячного типа, соединенный со штоком тормозной камеры вилкой и пальцем. Щиток 3 тормозного механизма, прикрепленный болтами к суппорту, защищает тормозной механизм от попадания грязи.

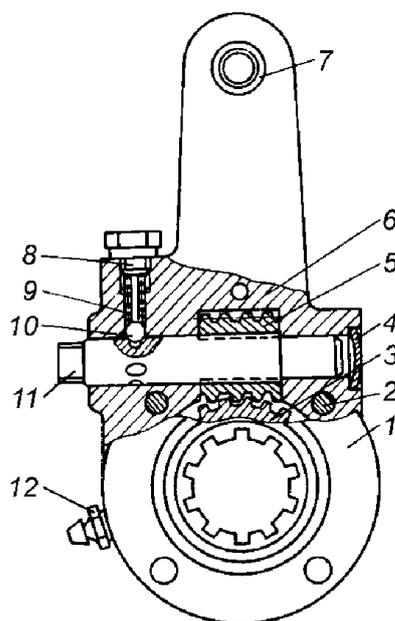


Рисунок – 4. Регулировочный рычаг:

1 - крышка; 2 - заклепка; 3 - червячное зубчатое колесо; 4 - заглушка; 5 - червяк; 6 - корпус; 7 - втулка; 8 - болт фиксатора; 9 - пружина; 10 - шарик; 11 - ось червяка; 12 – масленка.

**Регулировочный рычаг** (рисунок 4) предназначен для компенсации хода штока тормозной камеры, увеличивающегося вследствие износа фрикционных накладок.

Регулировочный рычаг имеет стальной корпус 6 с втулкой 7. В корпусе находится червячное зубчатое колесо 3 и червяк 5 с запрессованной в него осью 11. Для фиксации оси червяка имеется стопорное устройство, шарик 10 которого входит в лунки на оси 11 червяка под действием фиксатора 8. Зубчатое колесо 3 удерживается от выпадания крышками 1, приваренными к

корпусу 6 рычага. При повороте оси (за квадратный конец) червяк поворачивает зубчатое колесо 3, а вместе с ним и разжимной кулак, в результате чего колодки раздвигаются и зазор между колодками и тормозным барабаном уменьшается.

При торможении регулировочный рычаг поворачивается штоком тормозной камеры.

**Механизмы вспомогательной тормозной системы** (рис. 5, 6) установлены между фланцами приемных патрубков и металлорукавов. Каждый механизм состоит из корпуса 2 и заслонки 3, закрепленной на валу 1. На валу заслонки закреплен также поворотный рычаг, соединенный со штоком пневмоцилиндра. Рычаг и связанная с ним заслонка имеют два фиксированных положения тормозного механизма.

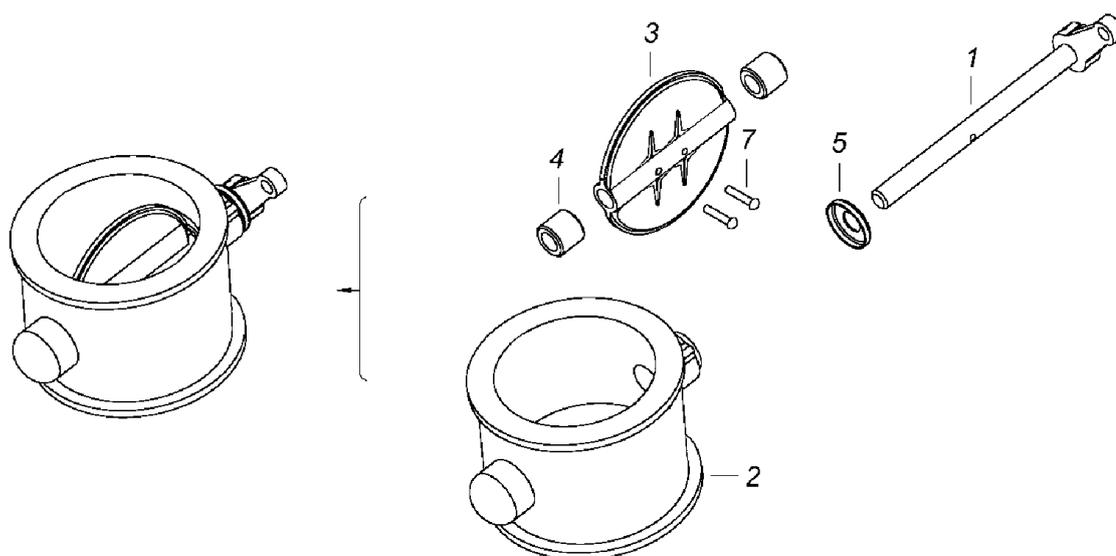


Рисунок 5 – Механизм вспомогательной тормозной системы:

1 – вал заслонки; 2 – корпус вспомогательного тормоза; 3 – заслонка вспомогательного тормоза; 4 – втулка; 5 – крышка; 7 - заклепка.

При выключении вспомогательной тормозной системы заслонка устанавливается вдоль потока отработавших газов, а при включении — поперек потока, препятствуя их выходу, тем самым, обеспечивая возникновение противодавления в выпускной системе. Одновременно

прекращается подача топлива. Двигатель начинает работать в режиме торможения.

При нажатии на кран управления вспомогательной тормозной системой сжатый воздух из ресивера потребителей поступает в пневмоцилиндр. Шток пневмоцилиндра, связанный с рычагом останова двигателя, переместится и подача топлива прекратится. Штоки пневмоцилиндров, связанные с рычагами заслонок механизмов вспомогательной тормозной системы, повернут заслонки и они перекроют приемные трубы глушителя.

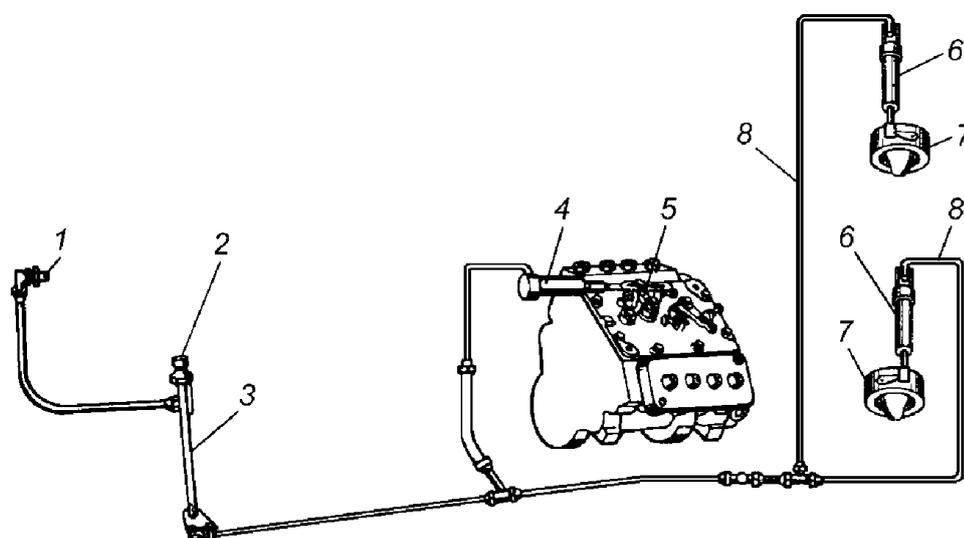


Рисунок – 6. Привод механизмов вспомогательной тормозной системы:

1 – штуцер подвода воздуха от четырехконтурного защитного клапана; 2 – кран управления вспомогательной тормозной системой; 3 – соединительный трубопровод; 4 – пневмоцилиндр 30x25мм выключения подачи топлива; 5 – рычаг останова двигателя; 6 – пневмоцилиндры 30x65мм управления механизмами вспомогательной тормозной системы; 7 – механизмы вспомогательной тормозной системы; 8 – трубка.

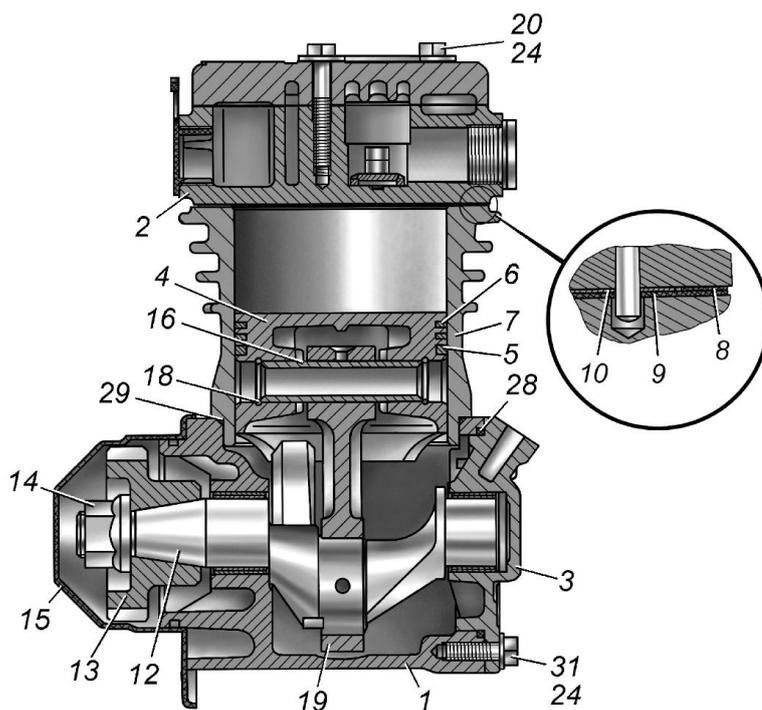
Компрессор (рисунок 7) поршневого типа, одноцилиндровый, одноступенчатого сжатия. Производительность 380 л/мин при противодавлении 0,7 Мпа (7 кгс/см<sup>2</sup>) и оборотах двигателя 2200 мин<sup>-1</sup>. Компрессор закреплен на переднем торце картера маховика двигателя.

Поршень алюминиевый, с плавающим пальцем. От осевого перемещения палец в бобышках поршня фиксируется упорными кольцами.

Воздух из коллектора двигателя поступает в цилиндр компрессора через пластинчатый впускной клапан. Сжатый поршнем воздух вытесняется в пневмосистему через расположенный в головке цилиндра пластинчатый нагнетательный клапан.

Головка охлаждается жидкостью, подводимой из системы охлаждения двигателя. Масло к трущимся поверхностям компрессора подается из масляной магистрали двигателя: к заднему торцу коленчатого вала компрессора и по каналам коленчатого вала к шатуну. Поршневой палец и стенки цилиндра смазываются разбрызгиванием.

При достижении в пневмосистеме давления 800-20 кПа (8,0-0,2 кгс/см<sup>2</sup>) регулятор давления сообщает нагнетательную магистраль с окружающей средой, прекращая подачу воздуха в пневмосистему.



**Рисунок 7– Компрессор:**

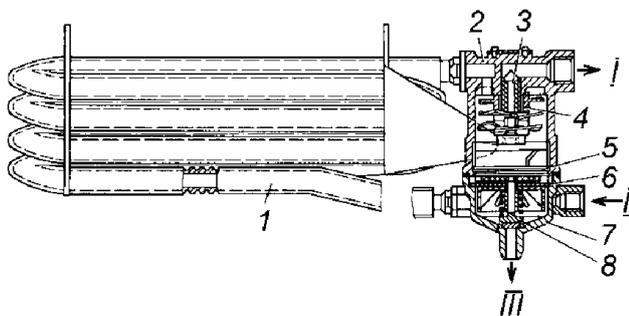
1 – картер в сборе; 2 – головка цилиндра с крышкой; 3 – крышка задняя; 4 – поршень; 5 – маслосъемное кольцо; 6 – компрессионное кольцо; 7 – цилиндр; 8, 9 – прокладка; 10 – клапан всасывающий; 12 – вал коленчатый; 13 – шестерня; 14 – гайка; 15 – крышка фланца транспортная; 16 – палец поршневой; 18 – стопор кольца поршневого; 19 – шатун; 20, 31 – болт; 24 – шайба; 28, 29 – кольцо уплотнительное.

Когда давление воздуха в пневмосистеме снизится до  $650+50\text{кПа}$  ( $6,5+0,5\text{ кгс/см}^2$ ), регулятор перекрывает выход воздуха в окружающую среду и компрессор снова начинает нагнетать воздух в пневмосистему.

**Влагоотделитель** (рисунок 8) предназначен для выделения конденсата из сжатого воздуха и его автоматического удаления из питающей части привода.

Сжатый воздух от компрессора через подвод II подается в ребренную алюминиевую трубку-охладитель (радиатор) 1, где постоянно охлаждается потоком встречного воздуха. Затем воздух проходит по центробежным направляющим диском направляющего аппарата 4 через отверстие пустотелого винта 3 в корпусе 2 к выводу I и далее в пневматический тормозной привод. Выделяющаяся за счет термодинамического эффекта влага, стекая через фильтр 5, скапливается в нижней крышке 7. При срабатывании регулятора давление во влагоотделителе падает, при этом мембрана 6 перемещается вверх. Клапан 8 слива конденсата открывается, скопившаяся смесь воды и масла через вывод III удаляется в атмосферу.

Направление потока сжатого воздуха показано стрелками на корпусе 2.



**Рисунок 8 – Влагоотделитель:**

1 – радиатор с ребристыми трубками; 2 – корпус; 3 – винт пустотелый; 4 – аппарат направляющий; 5 – фильтр; 6 – мембрана; 7 – крышка; 8 – клапан слива конденсата.

Выводы: I – к регулятору давления; II – от компрессора; III – в атмосферу.

**Регулятор давления** (рисунок 9) предназначен:

- для регулирования давления сжатого воздуха в пневмосистеме;
- предохранения пневмосистемы от перегрузки избыточным давлением;
- очистки сжатого воздуха от влаги и масла;

- обеспечения накачки шин.

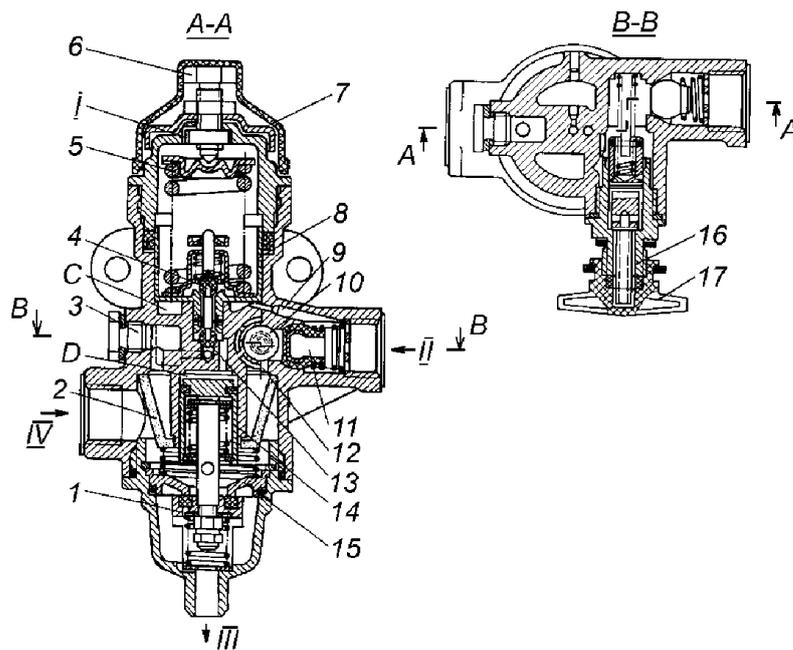


Рисунок 9 – Регулятор давления:

1 – клапан разгрузочный; 2 – фильтр; 3 – пробка канала отбора воздуха; 4 – клапан выпускной; 5 – пружина уравнивающая; 6 – винт регулировочный; 7 – чехол защитный; 8 – поршень следящий; 9, 10, 12 – канал; 11 – клапан обратный; 13 – клапан впускной; 14 – поршень разгрузочный; 15 – седло разгрузочного клапана; 16 – клапан для накачки шин; 17 - колпачок. I, III – вывод атмосферный; II – вывод в пневмосистему; IV – вывод от компрессора; C – полость под следящим поршнем; D – полость под разгрузочным поршнем.

Сжатый воздух от компрессора через вывод IV регулятора, фильтр 2, канал 12 подается в кольцевой канал. Через обратный клапан 11 сжатый воздух поступает к выводу II и далее в ресиверы пневмосистемы автомобиля. Одновременно по каналу 9 сжатый воздух проходит под поршень 8, который нагружен уравнивающей пружиной 5. При этом выпускной клапан 4, соединяющий полость над разгрузочным поршнем 14 с атмосферой через вывод I, открыт, а впускной клапан 13 под действием пружины закрыт. Под действием пружины закрыт также и разгрузочный клапан 1. При таком состоянии регулятора система наполняется сжатым воздухом от компрессора. При давлении в полости под поршнем 8, равном 686,5...735,5 кПа (7...7,5 кгс/см<sup>2</sup>), поршень, преодолев усилие уравнивающей

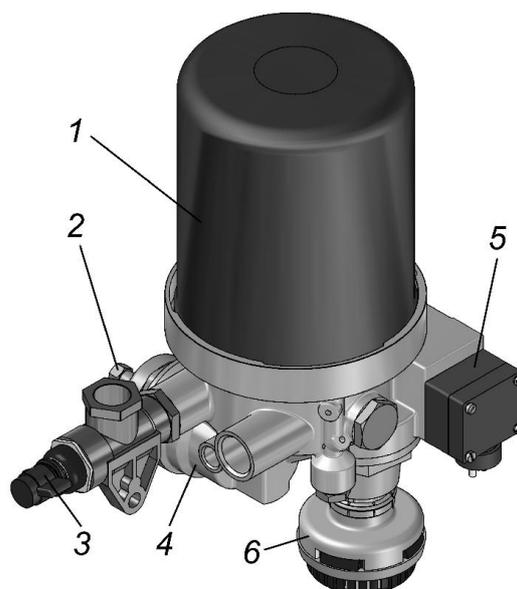
пружины 5, поднимается вверх, клапан 4 закрывается, впускной клапан 13 открывается.

Под действием сжатого воздуха разгрузочный поршень 14 перемещается вниз, разгрузочный клапан 1 открывается, и сжатый воздух из компрессора через вывод III выходит в атмосферу вместе со скопившимся в полости конденсатом. При этом давление в кольцевом канале падает и обратный клапан 11 закрывается. Таким образом, компрессор работает в разгруженном режиме без противодействия.

Когда давление в выводе II понизится до 608...637,5 кПа (6,2...6,5 кгс/см<sup>2</sup>), поршень 8 под действием пружины 5 перемещается вниз, клапан 13 закрывается, а выпускной клапан 4 открывается. При этом разгрузочный поршень 14 под действием пружины поднимается вверх, клапан 1 под действием пружины закрывается, и компрессор нагнетает сжатый воздух в пневмосистему.

Разгрузочный клапан 1 служит также предохранительным клапаном. Если регулятор не срабатывает при давлении 686,5...735,5 кПа (7...7,5 кгс/см<sup>2</sup>), то клапан 1 открывается, преодолев сопротивление своей пружины и пружины поршня 14. Клапан 1 открывается при давлении 980,7...1274,9 кПа (10...13 кгс/см<sup>2</sup>). Давление открытия регулируют изменением количества прокладок, установленных под пружиной клапана.

Для присоединения специальных устройств регулятор давления имеет вывод, который соединен с выводом IV через фильтр 2. Этот вывод закрыт резьбовой пробкой 3. Кроме того, предусмотрен клапан отбора воздуха для накачки шин, который закрыт колпачком 17. При навинчивании штуцера шланга для накачки шин клапан утапливается, открывая доступ сжатому воздуху в шланг и преграждая проход сжатого воздуха в тормозную систему. Перед накачиванием шин давление в ресиверах следует понизить до давления, соответствующего давлению включения регулятора, так как во время холостого хода нельзя произвести отбор воздуха.



**Рисунок 10 –осушитель воздуха  
с регулятором давления**

1 – осушитель воздуха; 2 -  
регулирующий винт; 3 – клапан

Для поддержания требуемого давления сжатого воздуха, поступающего от компрессора, а также охлаждения и выделения конденсата в тормозной системе автомобиля установлен адсорбентный осушитель воздуха 1 (рисунок 10) производства ММЗ (Республика Беларусь), выполненный совместно с регулятором давления 4 и предназначенный для охлаждения, выделения конденсата и поддержания требуемого давления сжатого воздуха поступающего от компрессора. Подаваемый от компрессора в осушитель сжатый воздух проходит через фетровый диск и гранулант, очищается и попадает дальше в тормозную систему. После заполнения тормозной системы и срабатывания регулятора давления происходит очистка грануланта от влаги воздухом, выходящим в атмосферу из регенерационного ресивера, предназначенного для продувки осушителя через атмосферный вывод осушителя.

Техническое обслуживание осушителя заключается в периодической замене фильтрующего элемента по мере его загрязнения (примерно раз в год или 50 тыс. км пробега).

Давление сжатого воздуха в пневмоприводе регулируется винтом 2 регулятора давления (рисунок 10). При вворачивании винта величина регулируемого давления увеличивается, при выворачивании — уменьшается.

Для накачки шин на регуляторе давления имеется клапан 3 отбора воздуха, закрытый колпачком (рисунок 10). При отборе воздуха шлангом для накачки шин из комплекта инструментов подсоедините его вместо колпачка, накрутив до упора гайку-барашек.

Ресиверы предназначены для накопления сжатого воздуха, производимого компрессором, и для питания им приборов пневматического тормозного привода, а также для питания других пневматических узлов и систем автомобиля.

На автомобилях КАМАЗ с колесной формулой 4x4 и 6x6 установлено пять ресиверов, а на автомобилях с колесной формулой 8x8 шесть ресиверов емкостью по 20 л, причем два из них соединены, образуя резервуар емкостью 40 л. Ресиверы закреплены хомутами на кронштейнах рамы автомобиля. Три ресивера объединены в блок и установлены на едином кронштейне.

Четырехконтурный защитный клапан (рисунок 11) предназначен для разделения сжатого воздуха, поступающего от компрессора, на четыре контура: для автоматического отключения одного из контуров при нарушении его герметичности и сохранения сжатого воздуха в герметичных контурах; для сохранения сжатого воздуха во всех контурах при нарушении герметичности питающей магистрали.

Четырехконтурный защитный клапан прикреплен к лонжерону рамы автомобиля и соединен с питающей трубкой, идущей от регулятора давления через конденсационный ресивер. Сжатый воздух, поступающий в четырехконтурный защитный клапан из питающей магистрали, при достижении заданного давления открытия, устанавливаемого усилием пружин 9 клапанов, открывает клапаны 1, расположенные в верхней крышке защитного клапана, и поступает через выводы в два основных контура. Одновременно сжатый воздух, воздействуя на мембрану 8, поднимает её.

После открытия обратных клапанов 1 сжатый воздух по каналу поступает к клапанам 6, расположенным в нижней крышке защитного клапана, открывает их и через выводы проходит в дополнительный контур, одновременно поднимая нижнюю мембрану.

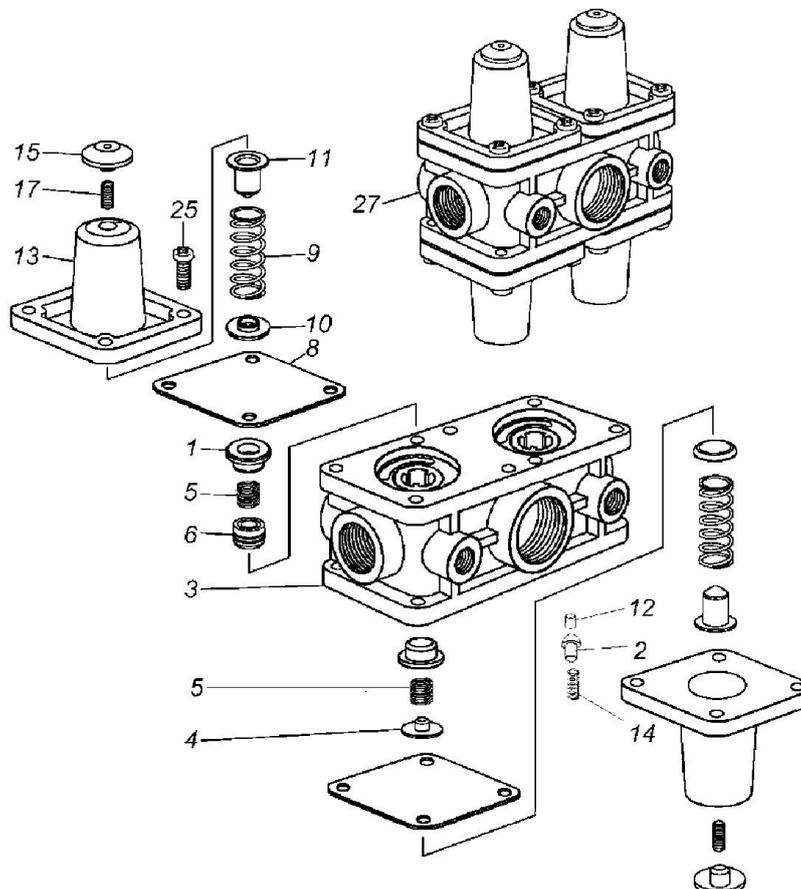


Рисунок 11 – Четырехконтурный защитный клапан:

1 – клапан; 2 – клапан; 3 – корпус; 4 – олкатель; 5 – пружина; 6 – клапан; 8 – мембрана; 9 – пружина клапана; 10 – направляющая пружины клапана; 11 – тарелка пружины; 12 – седло; 13 – крышка; 14 - пружина; 15 - колпачок защитный; 17 - регулировочный винт; 25 – винт; 27 – клапан в сборе.

При нарушении герметичности одного из основных контуров давление в этом контуре, а также на входе в клапан и в исправном контуре падает до величины давления закрытия клапана неисправного контура.

Вследствие этого клапан исправного контура и обратный клапан дополнительного контура закрываются, предотвращая уменьшение давления в этих контурах. Таким образом, в исправных контурах будет поддерживаться давление, соответствующее давлению открытия клапана неисправного контура, излишнее количество сжатого воздуха при этом

будет выходить через неисправный контур. При отказе в работе дополнительного контура давление падает во всех исправных контурах и на входе в клапан. Это происходит до тех пор, пока не закроется клапан неисправного контура. При дальнейшем поступлении сжатого воздуха в четырехконтурный защитный клапан в контурах будет поддерживаться давление на уровне давления открытия клапана неисправного контура.

При выходе из строя магистрали, идущей от компрессора в четырехконтурный защитный клапан, клапаны основных контуров закрываются, предотвращая падение давления во всех контурах.

В четырехконтурном защитном клапане предусмотрена установка обратного клапана 2, обеспечивающего выпуск воздуха из контура пружинных энергоаккумуляторов и затормаживания автомобиля при повреждении и отсутствии воздуха в контуре передних тормозов. Для исключения неконтролируемого и резкого торможения автомобиля при поврежденном контуре передних тормозов выпуск воздуха должен осуществляться с темпом не менее 60 л/мин. Затормаживание автомобиля и срабатывание пружинных энергоаккумуляторов происходит в течении 5-7 минут.

Кран слива конденсата (рисунок 12) предназначен для принудительного слива конденсата из ресивера пневматического тормозного привода, а также для выпуска из него сжатого воздуха при необходимости. Кран слива конденсата ввернут в резьбовую бобышку на нижней части корпуса ресивера. Соединение между краном и бобышкой ресивера уплотнено прокладкой.

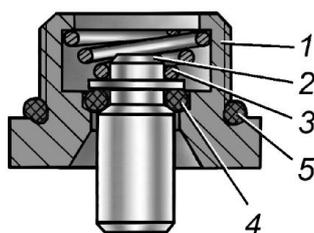


Рисунок 12 – Кран слива конденсата: 1 - корпус; 2 - толкатель; 3 - пружина; 4, 5 - кольцо.

Двухсекционный тормозной кран (рисунок 13) служит для управления исполнительными механизмами двухконтурного привода рабочей тормозной системы автомобиля.

Управление краном осуществляется педалью, непосредственно связанной с тормозным краном.

Кран имеет две независимые секции, расположенные последовательно. Вводы I и II крана соединены с ресиверами двух отдельных контуров привода рабочей тормозной системы. От выводов III и IV сжатый воздух поступает к тормозным камерам. При нажатии на тормозную педаль силовое воздействие передается через толкатель 6, тарелку 9 и упругий элемент 31 на следящий поршень 30. Перемещаясь вниз, следящий поршень 30 сначала закрывает выпускное отверстие клапана 29 верхней секции тормозного крана, а затем отрывает клапан 29 от седла в верхнем корпусе 32, открывая проход сжатому воздуху через ввод II и вывод III и далее к исполнительным механизмам одного из контуров. Давление на выводе III повышается до тех пор, пока сила нажатия на педаль 1 не уравновесится усилием, создаваемым этим давлением на поршень 30. Так осуществляется следящее действие в верхней секции тормозного крана. Одновременно с повышением давления на выводе III сжатый воздух через отверстие А попадает в полость В над большим поршнем 28 нижней секции тормозного крана. Перемещаясь вниз, большой поршень 28 закрывает выпускное отверстие клапана 17 и отрывает его от седла в нижнем корпусе. Сжатый воздух через ввод I поступает к выводу IV и далее в исполнительные механизмы первого контура рабочей тормозной системы.

Одновременно с повышением давления на выводе IV возрастает давление под поршнями 15 и 28, в результате чего уравновешивается сила, действующая на поршень 28 сверху. Вследствие этого на выводе IV также устанавливается давление, соответствующее усилию на рычаге тормозного крана. Так осуществляется следящее действие в нижней секции тормозного крана.

При отказе в работе верхней секции тормозного крана нижняя секция будет управляться механически через шпильку 11 и толкатель 18 малого поршня 15, полностью сохраняя работоспособность. При этом следящее действие осуществляется уравниванием силы, приложенной к педали 1, давлением воздуха на малый поршень 15. При отказе в работе нижней секции тормозного крана верхняя секция работает как обычно.

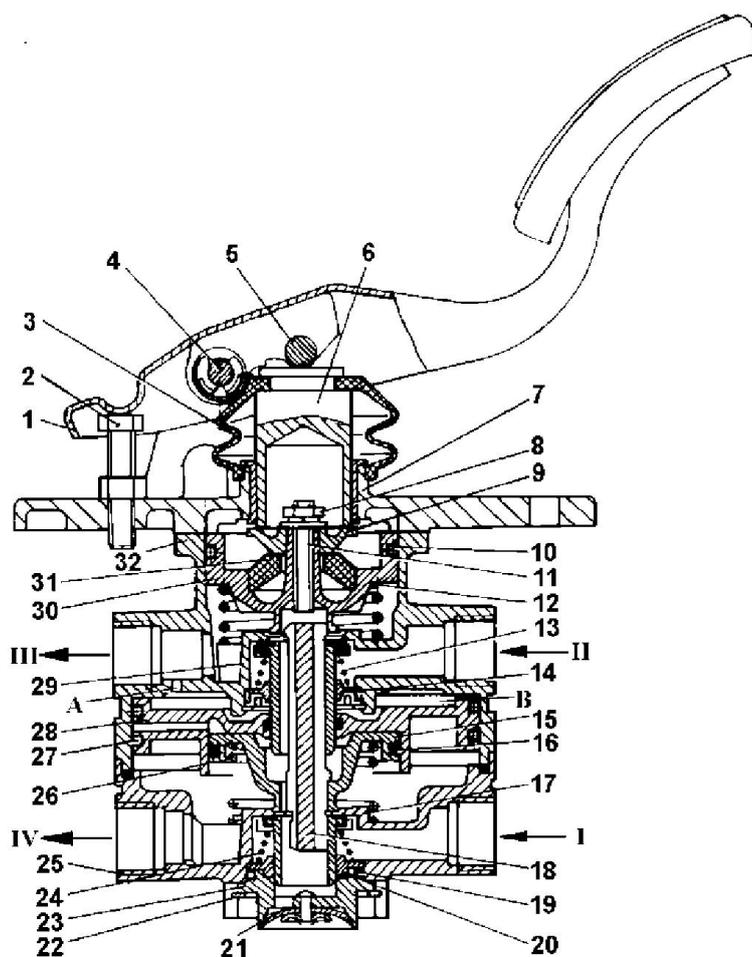


Рисунок 13 – Кран тормозной с приводом от педали:

1 - педаль; 2 - регулировочный болт; 3 - защитный чехол; 4 - ось ролика; 5 - ролик; 6 - толкатель; 7 - опорная плита; 8 - гайка; 9 - тарелка; 10, 16, 19, 27 - уплотнительные кольца; 11 - шпилька; 12 - пружина следящего поршня; 13, 24 - пружины клапанов; 14, 20 - тарелки пружин клапанов; 15 - малый поршень; 17 - клапан нижней секции; 18 - толкатель малого поршня; 21 - атмосферный клапан; 22 - упорное кольцо; 23 - корпус атмосферного клапана; 25 - нижний корпус; 26 - пружина малого поршня; 28 - большой поршень; 29 - клапан верхней секции; 30 - следящий поршень; 31 - упругий элемент; 32 - верхний корпус; А - отверстие; В - полость над большим поршнем; I, II - ввод от ресивера; III, IV - вывод к тормозным камерам соответственно задних и передних колес

**Кран управления стояночной тормозной системой** (рисунок 14) предназначен для управления пружинными энергоаккумуляторами привода стояночной тормозной системы.

При движении автомобиля рукоятка 14 крана находится в горизонтальном положении, и сжатый воздух от двухмагистрального перепускного клапана подводится через ввод I. Под действием пружины 6 шток 16 находится в крайнем нижнем положении, а клапан 22 усилием пружины 2 прижат к выпускному седлу 21 штока 16. Сжатый воздух через отверстия в следящем поршне 23 поступает в полость b через впускное седло клапана 22, которое выполнено на дне следящего поршня 23 - в полость а, затем по вертикальному каналу в корпусе 3 воздух проходит к выводу IV и далее в управляющую магистраль ускорительного клапана.

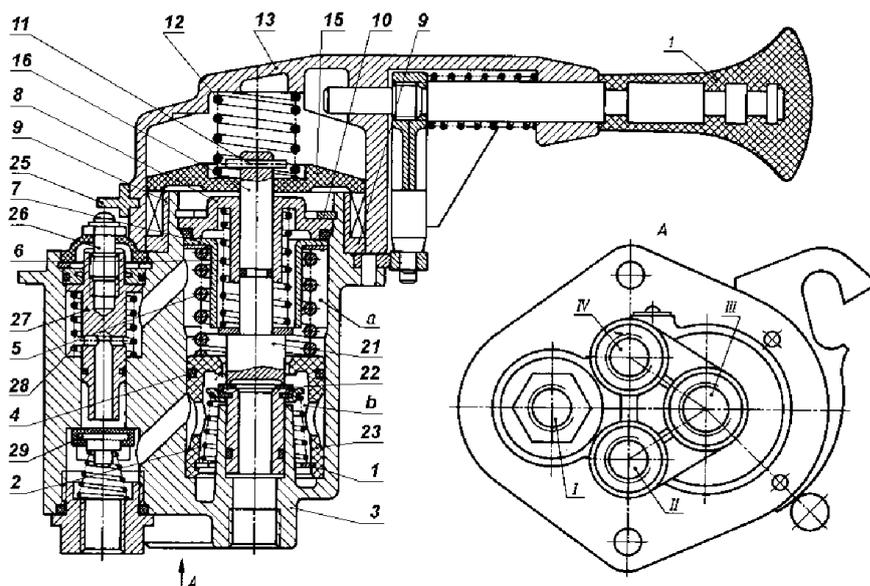


Рисунок 14 – Кран управления стояночной тормозной системой:

1, 10 - упорные кольца; 2 - пружина клапана; 3 - корпус; 4, 24 - уплотнительные кольца; 5 - уравновешивающая пружина; 6 - пружина штока; 7 - тарелка уравновешивающей пружины; 8 - направляющая штока; 9 - фигурное кольцо; 11 - штифт; 12 - пружина колпачка; 13 - крышка; 14 - рукоятка крана; 15 - направляющий колпачок; 16 - шток; 21 - выпускное седло клапана на штоке; 22 - клапан; 23 - следящий поршень; 25 - стопор; 26 - регулировочный винт; 27 - поршень; 28 - пружина; 29 - клапан; а, b - полости; I - ввод от ресивера; II - вывод к пружинным энергоаккумуляторам (к ускорительному клапану); III - атмосферный вывод; IV - вывод к клапану управления тормозами прицепа

При изменении положения рукоятки 14 поворачивается вместе с крышкой 13 направляющий колпачок 15. Скользя по винтовым поверхностям кольца 9, колпачок 15 поднимается вверх и увлекает за собой шток 16. Седло 21 отрывается от клапана 22, и клапан под действием пружины 2 поднимается до упора в седло поршня 23. Вследствие этого прекращается прохождение сжатого воздуха через ввод I к выводам II и IV; через открытое выпускное седло 21 на штоке 16 сжатый воздух через клапан 22 выходит из выводов II и IV в атмосферный вывод III до тех пор, пока сила давления воздуха в полости б под поршнем 23 не преодолеет усилия уравнивающей пружины 5 и давления воздуха над поршнем в полости а. Преодолевая усилие пружины 5, поршень 23 вместе с клапаном 22 поднимается вверх до соприкосновения клапана с выпускным седлом 21 штока 16, после чего выпуск воздуха прекращается. Таким образом осуществляется следящее действие.

Стопор 25 крана имеет профиль, обеспечивающий автоматический возврат рукоятки в нижнее положение при ее отпуске. Только в крайнем верхнем положении фиксатор рукоятки 14 входит в специальный вырез стопора 25 и фиксирует рукоятку. При этом воздух из выводов II и IV полностью выходит в атмосферный вывод III, так как поршень 23 упирается в тарелку 7 пружины 5 и клапан 22 не доходит до выпускного седла 21 штока.

Для растормаживания пружинных энергоаккумуляторов рукоятку крана необходимо вытянуть в радиальном направлении, при этом фиксатор выходит из паза стопора и рукоятка 14 свободно возвращается в нижнее положение.

При повороте рукоятки 14 в вертикальное нефиксированное положение 3 наклонная поверхность стопора 25 через винт 26 утапливает поршень 27, преодолев усилие пружины 28. Поршень 27, встретившись с клапаном 29, разобщает полость б с выводом IV к клапану управления тормозами прицепа по двухпроводному приводу. При дальнейшем движении поршня 27

происходит открытие клапана 29. Сжатый воздух из вывода I поступает в вывод IV и далее к клапану управления тормозами прицепа. При этом в выводе II давление равно 0. Прицеп растормаживается, тягач остается заторможенным с помощью пружинных энергоаккумуляторов.

**Кран пневматический с кнопочным управлением** предназначен для подачи и отключения сжатого воздуха. Он управляет пневмоцилиндрами вспомогательной тормозной системы.

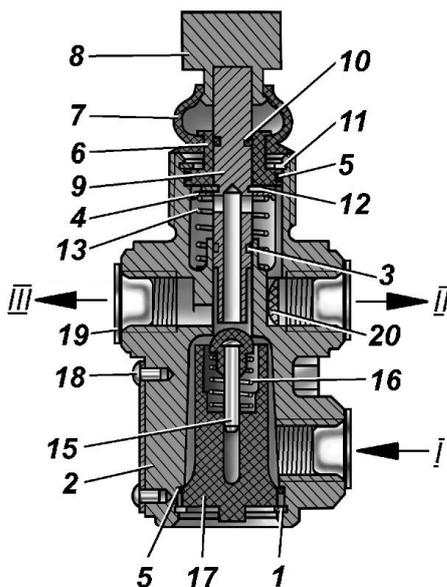


Рисунок 15 – Кран пневматический:

1, 11, 12 - кольца упорные; 2 - корпус; 3, 5, 10 - кольца уплотнительные; 4-тарелка пружины штока; 6 - втулка; 7 - чехол защитный; 8 - кнопка; 9 - толкатель; 13 - пружина толкателя; 15 - клапан; 16 - пружина клапана; 17 - направляющая клапана; 18 – заклепка; 19 – пробка транспортная; 20 - фильтр. I - от питающей магистрали; II - в атмосферу; III - в управляющую магистраль.

Устройство пневматического крана показано на рисунке 15. В атмосферном выводе II пневматического крана установлен фильтр 20, предотвращающий проникновение в кран грязи и пыли. Сжатый воздух в пневматический кран поступает через вывод I. При нажатии на кнопку 8 толкатель 9 перемещается вниз и своим выпускным седлом давит на клапан 15, разобщая вывод III с атмосферным выводом II. Затем толкатель 9 отжимает клапан 15 от впускного седла корпуса, открывая тем самым проход сжатому воздуху от вывода I к выводу III и далее в магистраль к пневматическому исполнительному механизму.

При отпускании кнопки 8 толкатель 9 под действием пружины 13 возвращается в верхнее положение. При этом клапан 15 закрывает отверстие в корпусе 2, прекращая дальнейшее поступление сжатого воздуха в вывод III, а седло толкателя 9 отрывается от клапана 15, сообщая тем самым вывод III с атмосферным выводом II. Сжатый воздух из вывода III через отверстие А в толкателе 9 и вывод II выходит в атмосферу.

**Клапан ускорительный** предназначен для уменьшения времени срабатывания привода запасной тормозной системы за счет сокращения длины магистрали впуска сжатого воздуха в пружинные энергоаккумуляторы и выпуска воздуха из них непосредственно через ускорительный клапан в атмосферу. Клапан установлен на внутренней стороне лонжерона рамы автомобиля в зоне задней тележки.

Устройство ускорительного клапана показано на рис. 16. К выводу III подается сжатый воздух из ресивера. Вывод IV соединен с управляющим прибором — тормозным краном обратного действия с ручным управлением, а вывод I — с пружинным энергоаккумулятором. При отсутствии давления в выводе IV поршень 3 находится в верхнем положении. Впускной клапан 4 закрыт под действием пружины 5, а выпускной клапан 1 открыт. Через открытый выпускной клапан 1 и вывод I пружинные энергоаккумуляторы сообщаются с атмосферным выводом II. Автомобиль заторможен пружинными энергоаккумуляторами.

При подаче сжатого воздуха к выводу IV от ручного тормозного крана он поступает в надпоршневое пространство. Поршень 3 под действием сжатого воздуха движется вниз, сначала закрывает выпускной клапан 1 и затем открывает впускной клапан 4. Заполнение цилиндров пружинных энергоаккумуляторов, присоединенных к выводу I, производится сжатым воздухом от ресивера через вывод III и открытый впускной клапан 4.

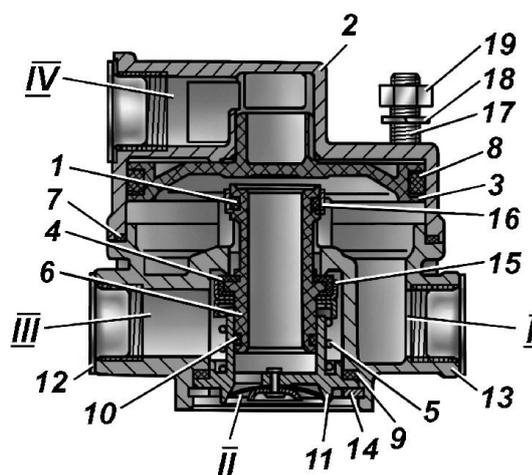


Рис. 16. Клапан ускорительный:

1 - клапан выпускной; 2 – корпус верхний; 3 - поршень; 4 - клапан впускной; 5 - пружина; 6 - корпус клапанов; 7, 8, 9, 10 – O-образное кольцо; 11 – колпачок направляющий в сборе; 12 – пробка транспортная; 13 – корпус нижний; 14 – кольцо упорное; 15, 16 – колпачок; 17 – болт; 18 – шайба; 19 – гайка. Выводы: I - к двухмагистральному клапану; II - атмосферный вывод; III - от ресивера;

IV - от крана управления стояночной тормозной системой.

Пропорциональность управляющего давления на выводе IV и выходного давления на выводе I осуществляется поршнем 3. При достижении в выводе I давления, соответствующего давлению на выводе IV, поршень 3 перемещается вверх до момента закрытия впускного клапана 4, движущегося под действием пружины 5. При снижении давления в управляющей магистрали (то есть на выводе IV) поршень 3 вследствие более высокого давления на выводе I перемещается вверх и отрывается от выпускного клапана 1. Сжатый воздух из пружинных энергоаккумуляторов через открытый выпускной клапан I, полый корпус 6 клапанов и атмосферный клапан выходит в атмосферу, автомобиль затормаживается.

**Клапан двухмагистральный** (рисунок 17) служит для питания пневмоаппаратов от одной из двух магистралей сжатого воздуха, подсоединенных к клапану. При подаче воздуха от регулятора давления клапан 3 перемещается и закрывает ввод магистрали от ресиверов, сжатый воздух проходит к крану управления стояночной тормозной системой. При использовании сжатого воздуха из ресиверов клапан закрывает ввод магистрали со стороны регулятора давления. Сжатый воздух также проходит к крану управления стояночной тормозной системой. К клапану с одной

стороны подведена питающая магистраль от регулятора давления, с другой — от ресиверов контура III. Третий вывод клапана соединен с вводом крана управления стояночной тормозной системой.

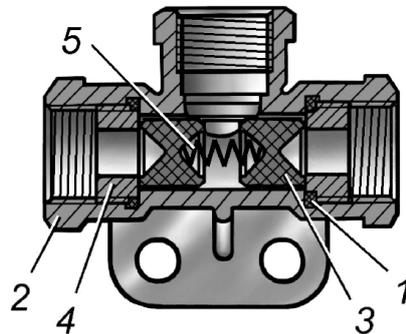


Рисунок 17 – Двухмагистральный перепускной клапан:

1 – кольцо уплотнительное; 2 - корпус; 3 - клапан; 4 – вставка; 5 - пружина.

Таким образом, клапан обеспечивает подачу сжатого воздуха на ввод ускорительного клапана из ресиверов, а при отсутствии в них воздуха — из управляющей магистрали крана управления стояночной тормозной системой.

**Камера тормозная типа 24** предназначена для преобразования энергии сжатого воздуха в работу по приведению в действие тормозных механизмов передних колес автомобиля.

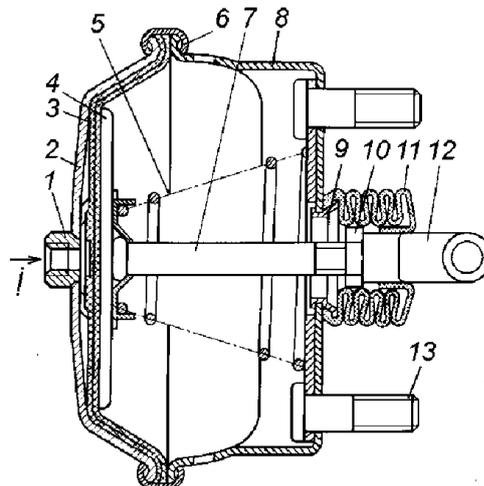


Рисунок 18 – Тормозная камера типа 24:

1 – бобышка подвода воздуха; 2 - крышка корпуса; 3 - мембрана; 4 - диск опорный; 5 - пружина возвратная; 6 - хомут; 7 - шток; 8 - корпус камеры; 9 - кольцо; 10 - контргайка; 11 - чехол защитный; 12 - вилка; 13 - болт; I - подвод сжатого воздуха

Устройство тормозной камеры переднего тормозного механизма автомобиля показано на рисунке 18. Мембрана 3 зажата между корпусом 8

камеры и крышкой 2 стяжным хомутом 6, состоящим из двух полуколец. Камера к кронштейну разжимного кулака прикреплена двумя болтами 13, приваренными к фланцу, который вставлен в корпус камеры изнутри. Шток камеры заканчивается резьбовой вилкой 12, соединенной с регулировочным рычагом. Подмембранная полость связана с атмосферой дренажными отверстиями, выполненными в корпусе 8 камеры.

При подаче сжатого воздуха в полость над мембраной 8 она перемещается и действует на шток 7. При растормаживании шток, а вместе с ним и мембрана, под действием возвратной пружины 5 возвращаются в исходное положение.

**Камера тормозная с пружинным энергоаккумулятором типа 24/24 (24/20)** (рисунки 19, 20) предназначена для приведения в действие тормозных механизмов колес задней тележки автомобиля при включении рабочей, запасной и стояночной тормозных систем.

Пружинные энергоаккумуляторы вместе с тормозными камерами установлены на кронштейны разжимных кулаков тормозных механизмов задней тележки и закреплены двумя гайками с болтами.

При торможении рабочей тормозной системой сжатый воздух от тормозного крана подается в полость над мембраной 16. Мембрана 16, прогибаясь, воздействует на диск 17, который через шайбу и контргайку перемещает шток 18 и поворачивает регулировочный рычаг с разжимным кулаком тормозного механизма. Таким образом, торможение задних колес происходит так же, как и торможение передних с обычной тормозной камерой.

При включении запасной или стояночной тормозной системы, то есть при выпуске воздуха ручным краном из полости под поршнем 5, пружина 8 разжимается и поршень 5 перемещается вниз. Подпятник 2 через мембрану 16 воздействует на подпятник штока 18, который, перемещаясь, поворачивает связанный с ним регулировочный рычаг тормозного механизма. Происходит затормаживание автомобиля.

При оттормаживании сжатый воздух поступает через вывод под поршень 5. Поршень вместе с толкателем 4 и подпятником 2 перемещается вверх, сжимая пружину 8 и дает возможность штоку 18 тормозной камеры под действием возвратной пружины 19 вернуться в исходное положение.

При чрезмерно большом зазоре между колодками и барабаном тормозного механизма, то есть при чрезмерно большом ходе штока тормозной камеры, усилие на штоке может оказаться недостаточным для эффективного торможения. В этом случае следует включить ручной тормозной кран обратного действия и выпустить воздух из-под поршня 5 пружинного энергоаккумулятора. Подпятник 2 под действием силовой пружины 8 продавит середину мембраны 16 и продвинет шток 18 на имеющийся дополнительный ход, обеспечив затормаживание автомобиля.

При нарушении герметичности и снижении давления в ресивере стояночной тормозной системы воздух из полости под поршнем 5 через вывод уйдет в атмосферу через поврежденную часть привода и произойдет автоматическое затормаживание автомобиля пружинными энергоаккумуляторами.

Цилиндры пневматические предназначены для приведения в действие механизмов вспомогательной тормозной системы. На автомобилях КАМАЗ установлено три пневматических цилиндра:

— два цилиндра диаметром 35 мм и ходом поршня 65 мм (рис. 6-23, а) для управления дроссельными заслонками, установленными в выпускных трубопроводах двигателя;

— один цилиндр диаметром 30 мм и ходом поршня 25 мм (рис. 21, б) для управления рычагом регулятора топливного насоса высокого давления.

**Пневматический цилиндр 35x65** шарнирно закреплен на кронштейне при помощи пальца. Шток цилиндра резьбовой вилкой соединяется с рычагом управления заслонкой. При включении вспомогательной тормозной системы сжатый воздух от пневматического крана через вывод в крышке 1 (рисунок 21, а) поступает в полость под поршнем 2. Поршень 2, преодолевая

силу возвратных пружин 3, перемещается и воздействует через шток 4 на рычаг управления заслонкой, переводя ее из положения «ОТКРЫТО» в положение «ЗАКРЫТО». При выпуске сжатого воздуха поршень 2 со штоком 4 под действием пружин 3 возвращается в исходное положение. При этом заслонка поворачивается в положение «ОТКРЫТО».

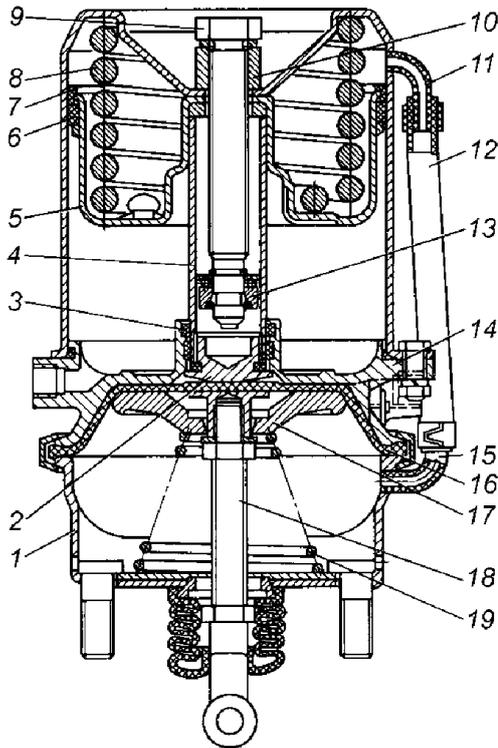


Рисунок 19 – Тормозная камера типа 24/24 с пружинным энергоаккумулятором:  
 1 - корпус; 2 - подпятник; 3 - кольцо уплотнительное; 4 - толкатель; 5 - поршень;  
 6 - уплотнение поршня; 7 - цилиндр энергоаккумулятора; 8 - пружина; 9 - винт механизма аварийного растормаживания; 10 - гайка упорная; 11 - патрубок цилиндра; 12 - трубка дренажная; 13 - подшипник упорный; 14 - фланец; 15 - патрубок тормозной камеры; 16 - мембрана; 17 - диск опорный; 18 - шток; 19 - пружина возвратная.

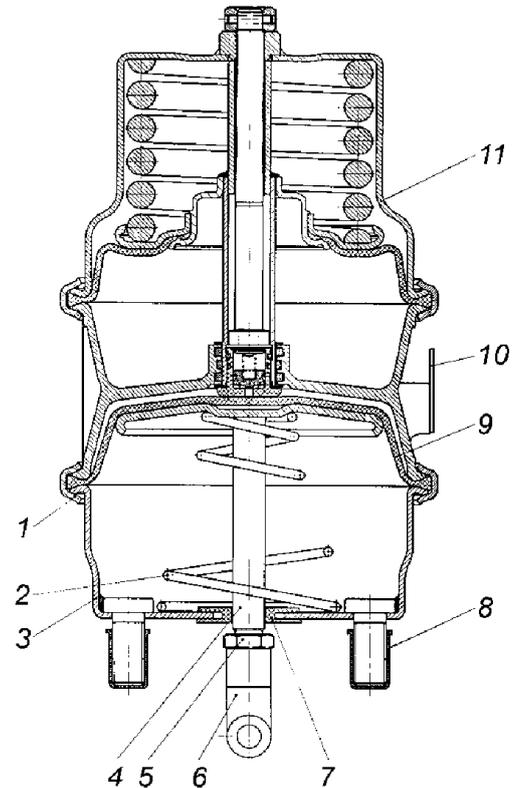


Рисунок 20 – Тормозная камера типа 24/20 с пружинным энергоаккумулятором:  
 1 - хомут; 2 - пружина; 3 – корпус тормозной камеры; 4 - шток; 5 – гайка; 6 – вилка; 7 - уплотнитель; 8 – заглушка; 9 – мембрана тип 24 ПВ; 10 – пробка транспортная; 11 – энергоаккумулятор в сборе.

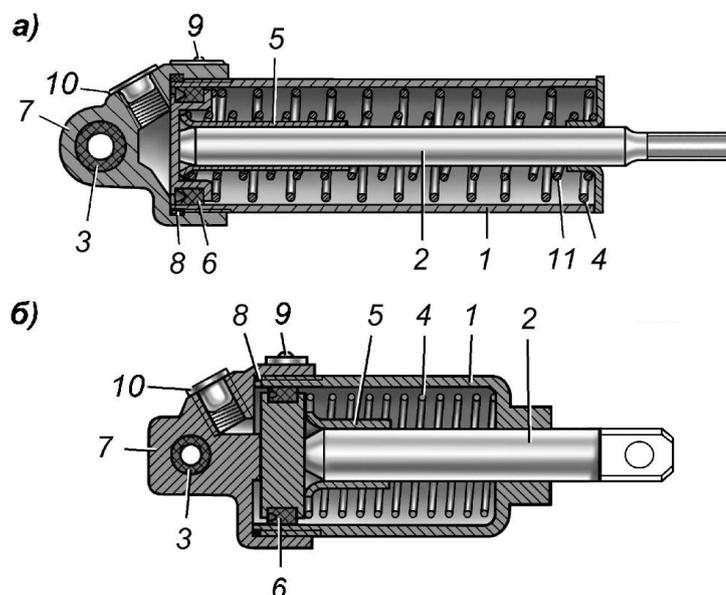


Рисунок 21 – Пневматические цилиндры привода заслонки механизма вспомогательной тормозной системы (а) и привода рычага останова двигателя (б):

1 - цилиндр; 2 - поршень; 3 - втулка; 4 - пружина; 5 - упор; 6 – кольцо уплотнительное; 7 – крышка цилиндра; 8 – О-образное кольцо; 9 – заклепка; 10 – пробка транспортная; 11 – пружина.

**Пневматический цилиндр 30x25** шарнирно установлен на крышке регулятора топливного насоса высокого давления. Шток цилиндра резьбовой вилкой соединен с рычагом регулятора. При включении вспомогательной тормозной системы сжатый воздух от пневматического крана через вывод в крышке 1 цилиндра (рисунок 21,б) поступает в полость под поршнем 2. Поршень 2, преодолевая силу возвратной пружины 3, перемещается и воздействует через шток 4 на рычаг регулятора топливного насоса, переводя его в положение нулевой подачи. Система тяг педали управления подачей топлива связана со штоком цилиндра таким образом, что при включении вспомогательной тормозной системы педаль не перемещается. При выпуске сжатого воздуха поршень 2 со штоком 4 под действием пружины 3 возвращается в исходное положение.

**Клапан контрольного вывода** (рисунок 22) предназначен для присоединения к приводу контрольно-измерительных приборов с целью проверки давления, а также для отбора сжатого воздуха. Таких клапанов на автомобилях КАМАЗ установлено пять — во всех контурах пневматического

тормозного привода. Для присоединения к клапану следует применять шланги и измерительные приборы с накидной гайкой М16х1,5.

При измерении давления или для отбора сжатого воздуха отвернуть колпачок 4 клапана и навернуть на корпус 2 накидную гайку шланга, присоединенного к контрольному манометру или какому-либо потребителю. При наворачивании гайка перемещает толкатель 5 с клапаном, и воздух через радиальные и осевое отверстия в толкателе 5 поступает в шланг. После отсоединения шланга толкатель 5 с клапаном под действием пружины 6 прижимается к седлу в корпусе 2, закрывая выход сжатому воздуху из пневмопривода.

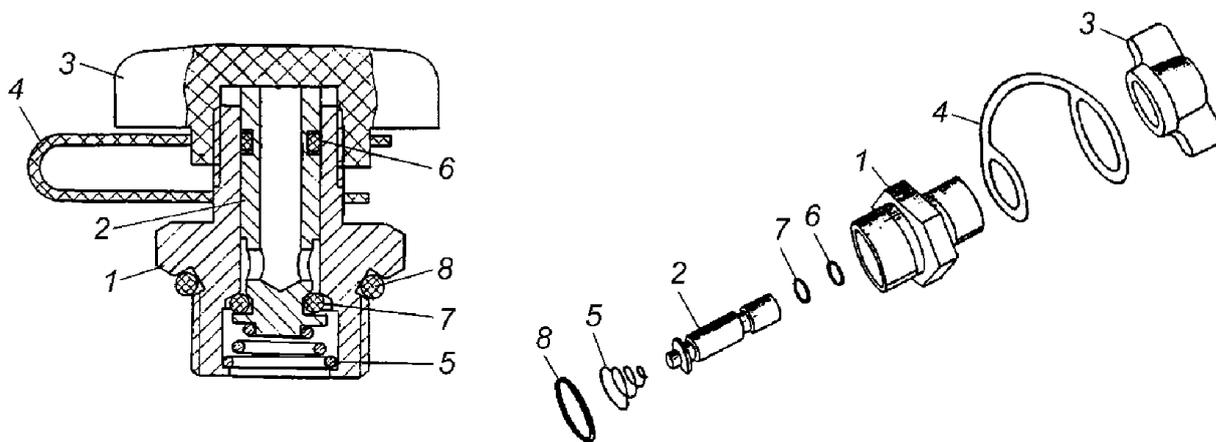


Рисунок 22 – Клапан контрольного вывода:

1 - корпус; 2 – толкатель; 3 -гайка-барашек; 4 – лента; 5 – пружина; 6, 7, 8 - кольцо.

**Датчик падения давления** (рисунок 23) представляет собой пневматический выключатель, предназначенный для замыкания цепи электрических ламп и звукового сигнала (зуммера) аварийной сигнализации при падении давления в ресиверах пневматического тормозного привода. Датчики с помощью наружной резьбы на корпусе вворачиваются в ресиверы всех контуров тормозного привода, а также в арматуру контура привода стояночной и запасной тормозных систем и при их включении загораются красная контрольная лампочка на щитке приборов и лампы сигнала торможения.

Датчик имеет нормально замкнутые центральные контакты, которые размыкаются при повышении давления выше 441,3...539,4 кПа (4,5...5,5 кгс/см<sup>2</sup>).

При достижении в приводе указанного давления мембрана 2 под действием сжатого воздуха прогибается и через толкатель 4 воздействует на подвижный контакт 5. Последний, преодолев усилие пружины 6, отрывается от неподвижного контакта 3 и разрывает электрическую цепь датчика. Замыкание контакта, а следовательно, включение контрольных ламп и зуммера, происходит при снижении давления ниже указанной величины.

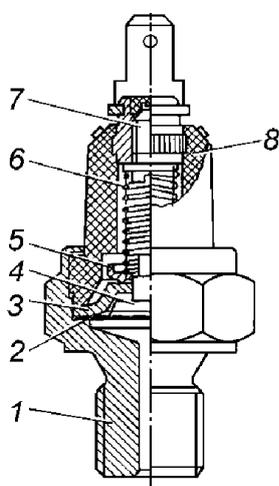


Рисунок 23 – Датчик падения давления:

1 - корпус; 2 - мембрана; 3 - контакт неподвижный; 4 - толкатель; 5 - контакт подвижный; 6 - пружина; 7 - винт регулировочный; 8 – изолятор.

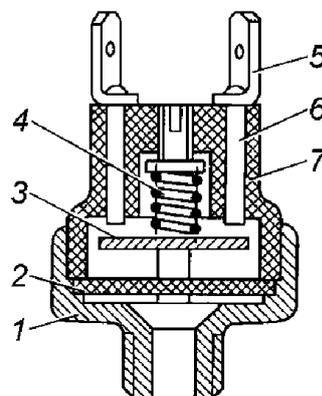


Рисунок 24 – Датчик включения сигнала торможения:

1 - корпус; 2-мембрана; 3 - контакт подвижный; 4 - пружина; 5 - вывод неподвижного контакта; 6 - контакт неподвижный; 7 – крышка.

**Датчик включения сигнала торможения** (рисунок 24) представляет собой пневматический выключатель, предназначенный для замыкания цепи электрических сигнальных ламп при торможении. Датчик имеет нормально разомкнутые контакты, которые замыкаются при давлении 78,5...49 кПа (0,8...0,5 кгс/см<sup>2</sup>) и размыкаются при уменьшении давления ниже 49...78,5 кПа (0,8...0,5 кгс/см<sup>2</sup>). Датчики установлены в магистралях, подводящих сжатый воздух к исполнительным механизмам тормозных систем.

При подводе сжатого воздуха под мембрану последняя прогибается, и подвижный контакт 3 соединяет контакты 6 электрической цепи датчика.

**Клапан управления тормозными системами прицепа с двухпроводным приводом** (рисунок 25) предназначен для приведения в действие тормозного привода прицепа (полуприцепа) при включении любого из отдельных контуров привода рабочей тормозной системы тягача, а также при включении пружинных энергоаккумуляторов привода запасной и стояночной тормозных систем тягача. Клапан крепится на раме тягача двумя болтами.

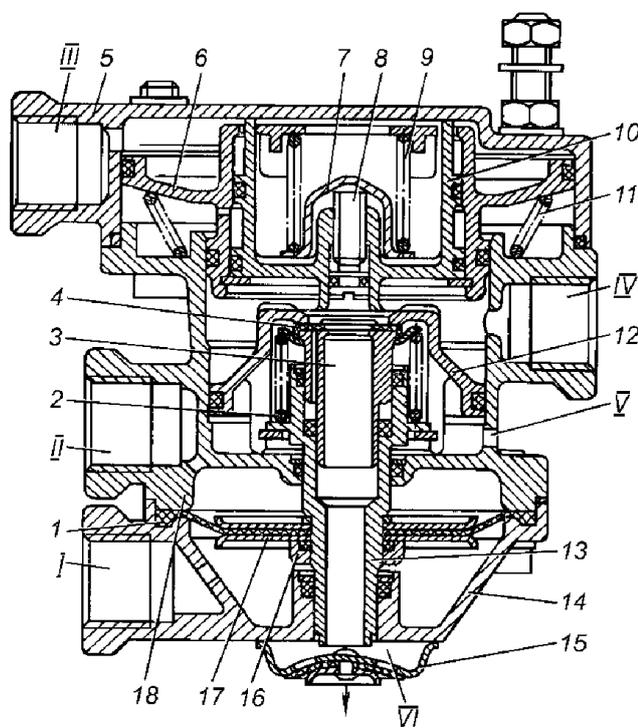


Рисунок 25. Клапан управления тормозными механизмами прицепа с двухпроводным приводом:

1 – мембрана; 2 – пружина; 3 – клапан разгрузочный; 4 – клапан впускной; 5 – корпус верхний; 6 – поршень верхний большой; 7 – тарелка пружины; 8 – винт регулировочный; 9 – пружина; 10 – поршень малый верхний; 11 – пружина; 12 – поршень средний; 13 – поршень нижний; 14 – корпус нижний; 15 – окно выпускное; 16 – гайка; 17 – шайба мембраны; 18 – корпус средний. I – вывод к секции тормозного крана; II – вывод к крану управления стояночной тормозной системой; III – вывод к секции тормозного крана; IV – вывод в тормозную магистраль прицепа; V – вывод к ресиверу; VI – вывод атмосферный.

Между нижним 14 и средним 18 корпусами зажата мембрана 1, которая укреплена между двумя шайбами 17 на нижнем поршне 13 гайкой 16, уплотненной резиновым кольцом. К нижнему корпусу двумя винтами прикреплено выпускное окно 15 с клапаном, предохраняющим прибор от попадания пыли и грязи. При ослаблении одного из винтов выпускное окно 15 можно повернуть и открыть доступ к регулировочному винту 8 через отверстие клапана 4 и поршня 13.

Клапан управления тормозными механизмами прицепа с двухпроводным приводом вырабатывает управляющую команду для воздухораспределителя тормозной системы прицепа (полуприцепа) от трех независимых друг от друга команд, действующих как одновременно, так и раздельно. При этом к выводам I и III подается команда прямого действия (на увеличение давления), а к выводу II — обратного действия (на падение давления). Выводы клапана соединены следующим образом: I — с верхней секцией тормозного крана; II — с краном обратного действия с ручным управлением; III — с нижней секцией тормозного крана; IV — с магистралью управления тормозными механизмами прицепа; V — с ресивером автомобиля; VI — с атмосферой.

В отторможенном состоянии к выводам II и V постоянно подается сжатый воздух, который, воздействуя сверху на мембрану 1 и снизу на средний поршень 12, удерживает поршень 13 в нижнем положении. При этом вывод IV соединяет магистраль управления тормозными механизмами прицепа с атмосферным выводом VI через центральное отверстие клапана 4 и нижнего поршня 13.

При подводе сжатого воздуха к выводу III верхние поршни 10 и 6 одновременно перемещаются вниз. Поршень 10 сначала садится своим седлом на клапан 4, перекрывая атмосферный вывод в нижнем поршне 13, а затем отрывает клапан 4 от седла среднего поршня 12. Сжатый воздух от вывода V, связанного с ресивером, поступает к выводу IV и далее в

магистраль управления тормозными механизмами прицепа. Подача сжатого воздуха к выводу IV продолжается до тех пор, пока его воздействие снизу на верхние поршни 10 и 6 не уравновесится давлением сжатого воздуха, подведенного к выводу III, на эти поршни сверху. После этого клапан 4 под действием пружины 2 перекрывает доступ сжатого воздуха от вывода V к выводу IV. Таким образом осуществляется следящее действие. При уменьшении давления сжатого воздуха на выводе III от тормозного крана, т.е. при оттормаживании, верхний поршень 6 под действием пружины 11 и давления сжатого воздуха снизу (в выводе IV) перемещается вверх вместе с поршнем 10. Седло поршня 10 отрывается от клапана 4 и сообщает вывод IV с атмосферным выводом VI через отверстия клапана 4 и поршня 13.

При подводе сжатого воздуха к выводу I он поступает под мембрану 1 и перемещает нижний поршень 13 вместе со средним поршнем 12 и клапаном 4 вверх. Клапан 4 доходит до седла в малом верхнем поршне 10, перекрывает атмосферный вывод, а при дальнейшем движении среднего поршня 12 отрывается от его впускного седла. Воздух поступает из вывода V, соединенного с ресивером, к выводу IV и далее в магистраль управления тормозными механизмами прицепа до тех пор, пока его воздействие на средний поршень 12 сверху не уравняется давлением на мембрану 1 снизу. После этого клапан 4 перекрывает доступ сжатого воздуха из вывода V к выводу IV. Таким образом осуществляется следящее действие при таком варианте работы прибора. При падении давления сжатого воздуха на выводе I и под мембрану нижний поршень 13 вместе со средним поршнем 12 перемещается вниз. Клапан 4 отрывается от седла в верхнем малом поршне 10 и сообщает вывод IV с атмосферным выводом VI через отверстия в клапане 4 и поршне 13.

При одновременном подводе сжатого воздуха к выводам I и III происходит одновременное перемещение большого и малого верхних поршней 10 и 6 вниз, а нижнего поршня 13 со средним поршнем 12 — вверх. Заполнение магистрали управления тормозными механизмами прицепа через

вывод IV и выпуск из нее сжатого воздуха происходит так же, как описано выше.

При выпуске сжатого воздуха из вывода II (при торможении запасной или стояночной тормозной системой тягача) давление над мембраной падает. Под действием сжатого воздуха снизу средний поршень 12 вместе с нижним поршнем 13 перемещаются вверх. Заполнение магистрали управления тормозными механизмами прицепа через вывод IV и оттормаживание происходит так же, как при подводе сжатого воздуха к выводу I. Следящее действие в этом случае достигается уравниванием давления сжатого воздуха на средний поршень 12 и суммы давления сверху на средний поршень 12 и мембрану 1.

При подводе сжатого воздуха к выводу III (или при одновременном подводе воздуха к выводам III и I) величина давления в выводе IV, соединенном с магистралью управления тормозными механизмами прицепа, превышает величину давления, подведенного к выводу III. Этим обеспечивается опережающее действие тормозной системы прицепа (полуприцепа). Максимальная величина превышения давления на выводе IV составляет 98,1 кПа (1 кгс/см<sup>2</sup>); минимальная — около 19,5 кПа (0,2 кгс/см<sup>2</sup>), номинальная — 68,8 кПа (0,6 кгс/см<sup>2</sup>). Регулирование величины превышения давления осуществляется винтам 8: при вворачивании винта она увеличивается, при выворачивании — уменьшается.

**Клапан управления тормозными механизмами прицепа с однопроводным приводом** (рисунок 26) предназначен для приведения в действие тормозного привода прицепа (полуприцепа) при работе тормозных систем тягача, а также для ограничения давления сжатого воздуха в пневматическом приводе прицепа (полуприцепа) с целью предотвращения самопритормаживания последнего при колебаниях давления в пневматическом тормозном приводе автомобиля-тягача. Клапан установлен на раме автомобиля и закреплен двумя болтами.

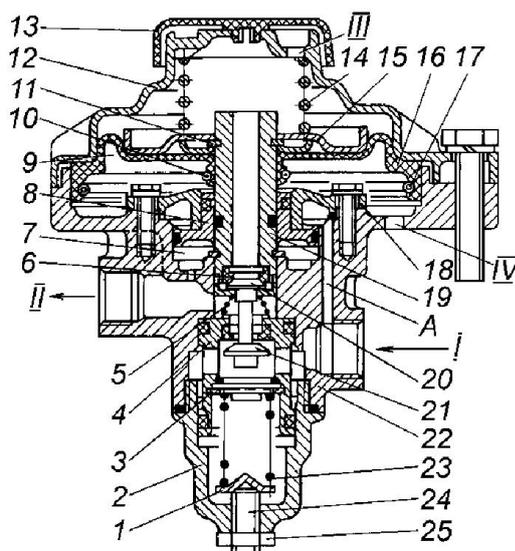


Рис. 26. Клапан управления тормозными механизмами прицепа с однопроводным приводом:

1 – тарелка пружины; 2 – крышка нижняя; 3, 11 – кольцо упорное; 4 – поршень нижний; 5 – пружина клапана; 6 – седло выпускного клапана; 7 – камера следящая; 8 – поршень ступенчатый; 9 – камера рабочая; 10, 17 – пружина кольцевая; 12 – крышка верхняя; 13 – колпачок защитный; 14 – пружина мембраны; 15 – тарелка пружины мембраны; 16 – мембрана; 18 – опора; 19 – толкатель; 20 – клапан выпускной; 21 – клапан впускной; 22 – корпус; 23 – пружина; 24 – винт регулировочный; 25 – контргайка. I – вывод к ресиверу; II – вывод в соединительную магистраль; III – вывод в атмосферу; IV – вывод к клапану управления тормозными механизмами прицепа с двухпроводным приводом.

Сжатый воздух от ресивера автомобиля-тягача подводится к выводу I и через канал A проходит в полость над ступенчатым поршнем 8. В отторможенном состоянии пружина 14, действуя на тарелку 15, удерживает мембрану 16 вместе с толкателем 19 в нижнем положении. При этом выпускной клапан 20 закрыт, а впускной клапан 21 открыт и сжатый воздух проходит из вывода I к выводу II и далее в соединительную магистраль прицепа. При достижении в выводе II определенного давления, устанавливаемого с помощью регулировочного винта 24, поршень 4 преодолевает усилие пружины 23 и опускается, вследствие чего впускной клапан 21 садится на седло в поршне 4. Таким образом, в отторможенном положении в магистрали прицепа автоматически поддерживается определенное давление, меньше давления в пневматическом приводе тягача.

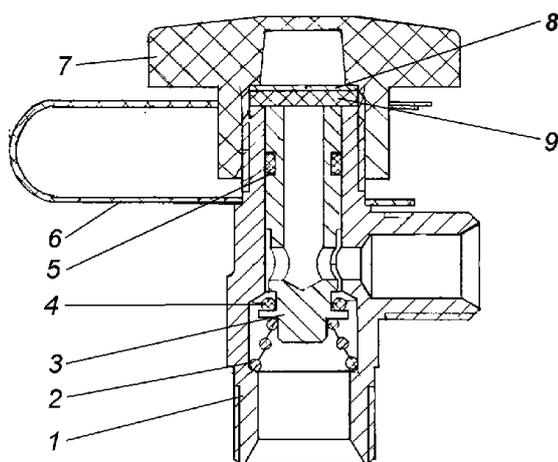
При торможении тягача сжатый воздух подается к выводу IV и заполняет подмембранную полость В. Преодолевав усилие пружины 14, мембрана 16 поднимается вверх вместе с толкателем 19. При этом сначала закрывается впускной клапан 21, а затем открывается выпускной клапан 20, и воздух из соединительной магистрали прицепа через вывод II, полый толкатель 19 и вывод III в крышке 12 выходит в атмосферу. Воздух из вывода II выходит до тех пор, пока давление в полости В под мембраной 16 и в полости под ступенчатым поршнем 8 не уравнивается давлением в полости над ступенчатым поршнем. При дальнейшем снижении давления на выводе II поршень опускается и перемещает вниз толкатель, который закрывает выпускной клапан, вследствие чего выпуск воздуха из вывода II прекращается. Таким образом осуществляется следящее действие, и торможение прицепа (полуприцепа) происходит с эффективностью, пропорциональной величине подведенного к выводу IV давления сжатого воздуха.

Дальнейшее повышение давления на выводе IV приводит к полному выпуску сжатого воздуха из вывода II и тем самым к максимально эффективному торможению прицепа. При оттормаживании тягача, то есть при падении давления на выводе IV и в полости В под мембраной 16, последняя под действием пружины 14 возвращается в исходное нижнее положение. Вместе с мембраной опускается толкатель. При этом закрывается выпускной клапан и открывается впускной клапан 21. Сжатый воздух из вывода 7 поступает в вывод II и далее в соединительную магистраль прицепа (полуприцепа), вследствие чего прицеп (полуприцеп) растормаживается.

**Кран экстренного растормаживания** (рисунок 27) расположен на первой поперечине рамы с правой стороны в районе головной фары и по внешнему виду напоминает клапан контрольного вывода.

Он состоит из корпуса 1, в котором расположен толкатель 3, с уплотнительными кольцами 4 и 5. Под действием пружины 2, толкатель 3 прижимается к седлу в корпусе, разобцая входное и выходное отверстия. На

резьбовой участок корпуса накрута гайка-барашек 7, выполненная из полимера. В выключенном положении она должна быть накрута на 2-3 витка резьбы. Для открытия клапана гайку-барашек необходимо завернуть до упора. Толкатель с уплотнительным кольцом 4 переместится, освобождая седло для прохода воздуха от питающего контура к крану управления стояночной тормозной системой и ускорительному клапану через двухмагистральный перепускной клапан.



**Рисунок 27 – Кран экстренного растормаживания:**

1- корпус; 2 - пружина; 3 - толкатель; 4, 5 –кольцо уплотнительное; 6 - лента; 7 - гайка-барашек; 8 –шайба; 9 –прокладка

### **Автоматический регулятор тормозных сил (рисунок 28)**

предназначен для автоматического регулирования давления сжатого воздуха, подводимого при торможении к тормозным камерам заднего моста в зависимости от действующей осевой нагрузки.

Автоматический регулятор тормозных сил (АРТС) установлен на кронштейне, закрепленном на ланжероне рамы автомобиля. Регулятор крепится на кронштейне гайками.

Рычаг 6 регулятора с помощью тяги 4 соединен через упругий элемент 5 с балкой заднего моста. Регулятор соединен с мостом таким, что перекося моста во время торможения на неровных дорогах и скручивание моста вследствие действия тормозного момента не отражаются на правильном регулировании тормозных сил. Регулятор установлен в вертикальном положении. Длина плеча рычага 6 и положение его при разгруженной оси

подбираются по специальной номограмме в зависимости от хода подвески при нагружении оси и соотношения осевой нагрузки в груженом и порожнем состоянии. Устройство АРТС показано на рисунке 28.

При торможении сжатый воздух от тормозного крана 15 (рисунок 1) подводится к выводу I регулятора и воздействует на верхнюю часть поршня 15, заставляя его перемещаться вниз. Одновременно сжатый воздух по трубе 29 поступает под поршень 24, который перемещается вверх и прижимается к толкателю 23 и шаровой пяте 4, находящейся вместе с рычагом 5 регулятора в положении, зависящем от величины нагрузки на ось моста. При перемещении поршня 15 вниз клапан 1 прижимается к выпускному седлу толкателя 23. При дальнейшем перемещении поршня 15 клапан 1 отрывается от седла в поршне и сжатый воздух из вывода I поступает в вывод II и далее к тормозным камерам заднего моста.

Одновременно сжатый воздух через кольцевой зазор между поршнем 15 и направляющей 20 поступает в полость А под мембрану 21 и последняя начинает давить на поршень снизу. При достижении на выводе II давления, отношение которого к давлению на выводе I соответствует соотношению активных площадей верхней и нижней сторон поршня 15, последний поднимается вверх до момента посадки клапана 1 на впускное седло поршня 15. Поступление сжатого воздуха из вывода I к выводу II прекращается. Таким образом осуществляется следящее действие регулятора. Активная площадь верхней стороны поршня, на которую воздействует сжатый воздух, подведенный к выводу I, остается всегда постоянной.

Активная площадь нижней стороны поршня, на которую через мембрану 21 воздействует сжатый воздух, прошедший в вывод II, постоянно меняется из-за изменения взаимного расположения наклонных ребер 22 движущегося поршня 15 и неподвижной вставки 25. Взаимное расположение поршня 15 и вставки 25 зависит от положения рычага 5 и связанного с ним через пяту 4 толкателя 23. В свою очередь положение рычага 5 зависит от прогиба рессор, то есть от взаимного расположения балок моста и рамы

автомобиля. Чем ниже опускается рычаг 5, пята 4, а следовательно, и поршень 15, тем большая площадь ребер 22 входит в контакт с мембраной 21, то есть больше становится активная площадь поршня 15 снизу. Поэтому при крайнем нижнем положении толкателя 23 (минимальная осевая нагрузка) разность давлений сжатого воздуха в выводах I и II наибольшая, а при крайнем верхнем положении толкателя 23 (максимальная осевая нагрузка) эти давления выравниваются. Таким образом, регулятор тормозных сил автоматически поддерживает в выводе II и в связанных с ним тормозных камерах давление сжатого воздуха, обеспечивающее нужную тормозную силу, пропорциональную осевой нагрузке, действующей во время торможения.

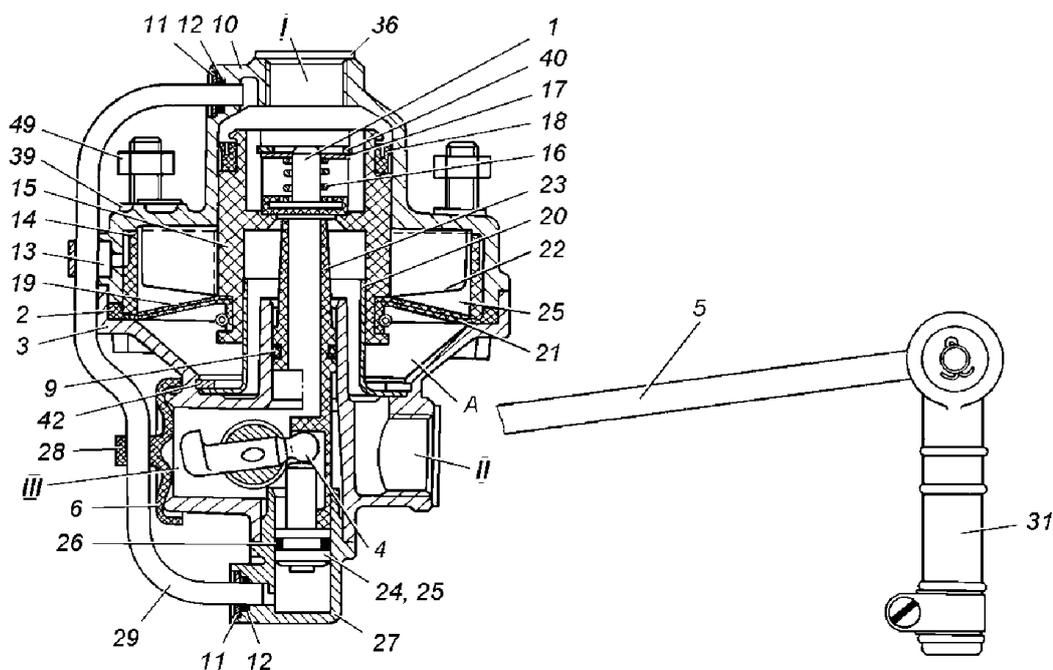


Рисунок 28 – Регулятор тормозных сил:

1 – клапан в сборе; 2 – диафрагма; 3 – корпус нижний; 4 – шаровая пята; 5 – рычаг; 6 – клапан; 9, 12, 26 – O-образное кольцо; 11 – шайба; 13 – фильтр; 14 – вставка; 15 – поршень; 16 – пружина; 17 – шайба; 18 – манжета; 19 – шайба мембраны; 20 – направляющая; 21 – мембрана; 22 – ребра поршня; 23 – толкатель клапана; 24 – поршень; 25 – вставка; 27 – колпачок направляющий; 28 – клапан; 29 – труба; 31 – соединительная муфта №39 – пружинная шайба; 40, 42 – кольцо упорное; 49 – гайка.

При оттормаживании давление в выводе I падает. Поршень 15 под давлением сжатого воздуха, действующим на него через мембрану 21 снизу,

перемещается вверх и отрывает клапан 1 от выпускного седла толкателя 23. Сжатый воздух из вывода II выходит через отверстие толкателя и вывод III в атмосферу, отжимая при этом края резинового клапана 6.

Головки соединительные автоматические (рисунок 29) предназначены для соединения магистралей двухпроводного пневматического тормозного привода прицепа (полуприцепа) и тягача, а также для обеспечения буксировки автомобиля и возможности торможения буксируемого автомобиля буксирующим.

На тягачах КАМАЗ одна автоматическая соединительная головка питающей магистрали с крышкой красного цвета, другая соединительная головка, управляющей магистрали, с крышкой желтого цвета. Автоматические головки установлены на задней поперечине рамы на кронштейнах.

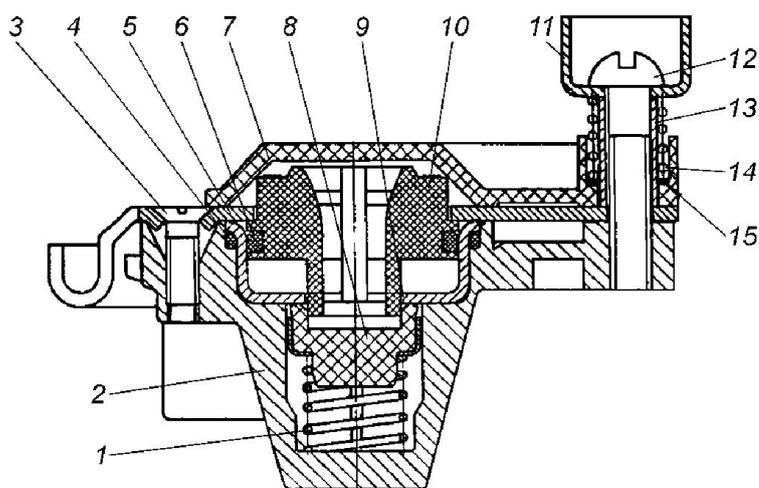


Рисунок 29 – Головка соединительная автоматическая:

1, 14 – пружина; 2 – корпус; 3 – винт В.М6; 4, 6 – кольцо; 5 - крышка; 7 – крышка; 8 – клапан; 9 – чашка; 10 – поршень; 11 – направляющая; 12 – винт; 13- втулка; 15 - шайба.

**Головка соединительная типа А** (рисунок 30) предназначена для установки на автомобили-тягачи и служит для соединения однопроводного пневматического тормозного привода прицепа и полуприцепа, а также для автоматического закрытия соединительной магистрали тягача при самопроизвольном разъединении головок (например, при отрыве прицепа).

На бортовых тягачах КАМАЗ соединительная головка типа А, окрашенная в черный цвет, установлена на задней поперечине рамы с левой стороны (по ходу) таким образом, что присоединительное отверстие в ней направлено вправо. На седельных тягачах КАМАЗ соединительная головка типа А также окрашена в черный цвет и установлена на гибком шланге. После отсоединения от полуприцепа головка крепится за кабиной на специальном кронштейне.

При сцеплении автомобиля-тягача с прицепом у соединительной головки отводится в сторону защитная крышка 5. Головка типа А тягача стыкуется с головкой типа Б прицепа уплотнителями 4. При этом шток 7 головки типа Б входит в сферическую выемку клапана 3 головки типа А и отрывает клапан от уплотнителя 4. После этого головки поворачиваются до тех пор, пока выступ одной головки не войдет в соответствующий паз другой головки. Фиксатор головки типа Б входит в паз направляющей головки типа А, предотвращая самопроизвольное разъединение головок. Герметизация стыка головок достигается за счет сжатия уплотнителей 4. При разъединении тягача и прицепа соединительные головки поворачиваются в обратном направлении до выхода выступа одной головки из паза другой, после чего головки разъединяются. При этом клапан под действием пружины прижимается к уплотнителю 4 и автоматически закрывает соединительную магистраль, предотвращая выход сжатого воздуха из пневматического тормозного привода автомобиля-тягача. После разъединения головку закрыть крышкой 5.

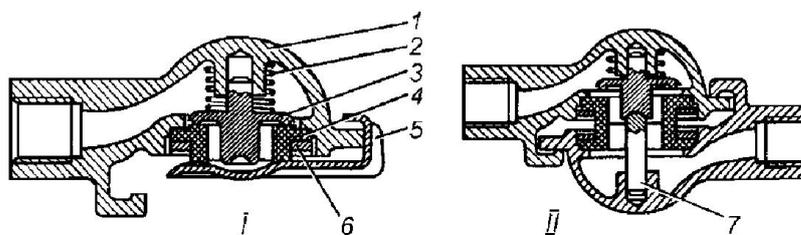


Рисунок 30 – Головка соединительная типа А:

1 – корпус; 2 – пружина клапана; 3 – клапан обратный; 4 – уплотнитель; 5 – крышка; 6 – гайка кольцевая; 7 – шток. I – головка соединительная; II – соединение головок типа А и

## **2. Разработка демонстрационного стенда по изучению рабочих процессов пневматической тормозной системы автомобиля КамАЗ**

### **2.1 Анализ рынка лабораторных стендов**

В продаже имеется широкий спектр лабораторных стендов, изображающих и имитирующих работу пневматической тормозной системы автомобиля семейства КАМАЗ.

В целях оценки имеющихся аналогов необходимо определить критерии оценки:

- стоимость;
- реалистичность исполнения;
- функциональная полнота;
- безопасность;
- полнота проводимых лабораторных работ.

На основании данных критериев были определены три конструкции-прототипа.

Лабораторный стенд «пневматическая тормозная система с ABS трехосного автомобиля семейства КАМАЗ» производства FORWARD. Изображение стенда приведено на рисунке 31.



Рисунок 31 – Лабораторный стенд производства FORWARD.

Лабораторный стенд предназначен для изучения устройства пневматической системы грузового автомобиля КАМАЗ с АБС.

Стенд обеспечивает изучение отдельных элементов пневматической системы автомобиля КАМАЗ с АБС.

Стенд позволяет приобрести практические навыки по сборке пневматических схем с использованием пневматических шлангов с быстроразъемными соединениями (БРС).

В конструкцию стенда внесены элементы (краны, дроссели), которые позволяют моделировать неисправности в системе, для обеспечения контроля знаний учащихся.

Исполнение стенда напольное. В состав стенда входит компрессор.

Технические характеристики: Габариты размеры, (ДхШхВ), мм: 2600 x 650 x 1900, Масса, кг: 200

Лабораторный стенд «пневматическая тормозная система трехосного автомобиля семейства КАМАЗ» производства «Новый стиль». Изображение стенда приведено на рисунке 32.

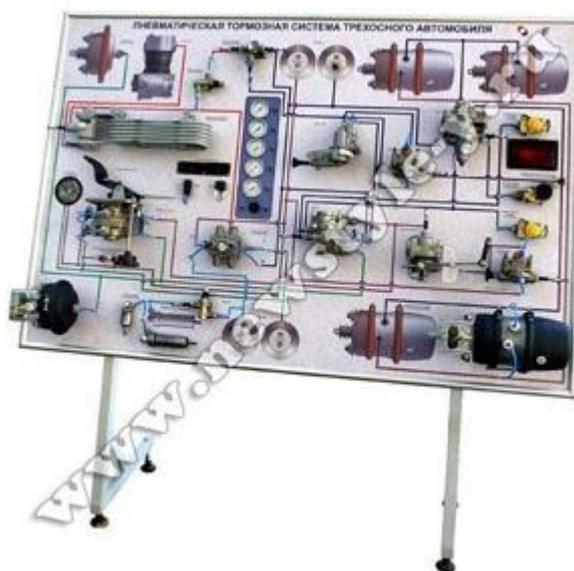


Рисунок 32 – Лабораторный стенд производства «Новый стиль»

Учебный стенд-тренажер предназначен для проведения всего комплекса теоретических, практических и лабораторных работ по изучению конструкции деталей и узлов, принципов и физических процессов, режимов и основных статических характеристик, отдельных пневмоаппаратов,

контуров привода тормозов автомобиля КамАЗ, и их систем питания сжатым воздухом в курсах «Устройство автомобильной техники», «Эксплуатация автомобильной техники», «Конструкция и расчет автомобильной техники». Может быть полезен крупным автопредприятиям.

### **Область применения**

Для высшего и среднего профессионального образования, для учебных заведений по подготовке водителей и специалистов по проектированию, техническому обслуживанию и ремонту автомобилей, а также ремонтным службам автопредприятий.

Контрольно-измерительный комплекс позволяет легко определять уровень давления воздуха в любой точке тормозной системы автомобиля КамАЗ. Эта гибкость делает комплекс полезным и для обучающихся по специальности «Гидравлика и гидропневмоавтоматика», поскольку пневматические аппараты автомобильной техники по своей сложности превосходят пневмоаппараты промышленной автоматике.

Легкость монтажа и демонтажа пневмоаппаратов и их совместимость с зарубежными аналогами позволяет применять этот стенд в крупных автохозяйствах для диагностирования реальных аппаратов и поиска неисправностей на реальном автомобиле путем моделирования признаков неисправности на стенде.

### **Достоинства**

- Соответствие международному научно-техническому уровню и современный дизайн учебного стенда;
- Реальность, наглядность воспроизведения всех функций и регистрация основных параметров системы;
- Возможность имитации и диагностирования неисправностей с анализом их влияния на характеристики системы, получение навыков в техническом обслуживании автомобилей КамАЗ;
- Возможность самостоятельного изучения сложной пневматической тормозной системы автомобилей КамАЗ;

- Экологическая, пожарная и электрическая безопасность, низкая энергоемкость;

- Учебный лабораторный стенд тормозной системы автомобиля КамАЗ позволяет проводить до 20 работ.

### **Лабораторные работы**

- Общее устройство тормозного управления;
- Устройство и работа элементов пневматической тормозной системы;
- Изучение устройства и принципа действия рабочей тормозной системы (I контур);

- Изучение устройства и принципа действия запасной тормозной системы (II контур);

- Изучение устройства и принципа действия стояночной тормозной системы (III контур);

- Изучение устройства и принципа действия аварийной тормозной системы (IV контур);

- Изучение устройства и принципа действия приборов контроля тормозной системы;

- Определение статической характеристики крана управления стояночной тормозной системы;

- Определение статической характеристики четырехконтурного клапана;

- Определение статической характеристики регулятора тормозных сил;

- Определение статической характеристики ускорительного клапана;

- Определение статической характеристики КУТП-1;

- Определение статической характеристики КУТП-2;

- Определение статической характеристики главного тормозного крана;

- Определение статической характеристики регулятора давления, предохранительного клапана;

- Определение статической характеристики участка системы: кран управления рабочей тормозной системой — передняя тормозная камера;

- Определение статической характеристики участка системы: кран управления рабочей тормозной системой — задняя тормозная камера;
- Поиск и устранение неисправностей в системе питания сжатым воздухом;
- Поиск и устранение неисправностей в контурах I, II, III, IV тормозной системы;
- Поиск и устранение неисправностей в приборах контроля тормозной системы.

### **Состав**

- Действующая модель с пневмоаппаратами системы питания сжатым воздухом и привода тормозов;
- Электрооборудование системы контроля, управления и световой сигнализации тормозной системы:
  - с точками контроля давления на всех входах и выходах пневмоаппаратов и тормозных камер;
  - с возможностью введения неисправностей и снятия всех статических характеристик с отдельных пневмоаппаратов, а также с участков пневмосистемы.

Таблица 2 - Технические характеристики стенда

Давление в пневмоприводе, МПа:	
номинальное	0,62... 0,75
максимальное	1,0
Электропитание от сети переменного тока:	
напряжением, В	220 ± 22
частотой, Гц	50
Потребляемая мощность (без компрессора), Вт	не более 50
Потребляемая мощность (с компрессором), Вт	определяется мощностью компрессора
Время готовности комплекса к работе после его включения в электросеть, мин	не более 1
Габаритные размеры (в сборе), мм	не более 1830 x 500×1220
Масса (нетто), кг	110

Лабораторный стенд "Пневматическая тормозная система с АБС трехосного автомобиля семейства КАМАЗ " производства ДЕНАР (рисунок 33)

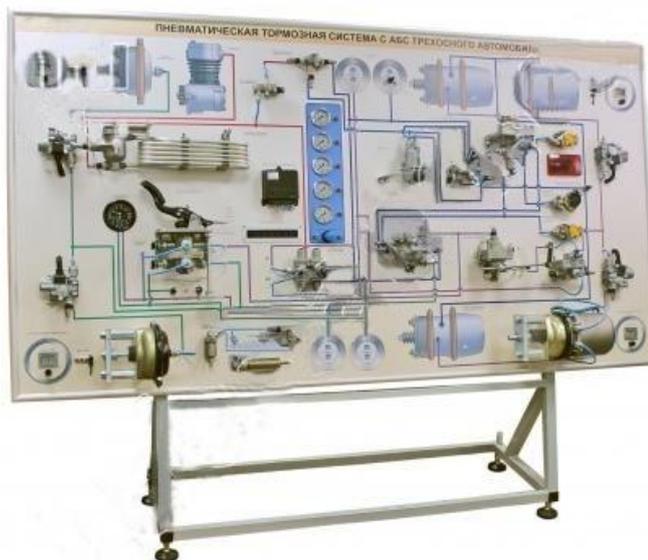


Рисунок 33 – Лабораторный стенд производства «ДЕНАР»

**Состав:**

Действующая модель с пневмоаппаратами системы питания сжатым воздухом и привода тормозов, с точками контроля давления на всех входах и выходах пневмоаппаратов и тормозных камер, а также аппаратура системы АБС, с возможностью введения неисправностей и снятия всех статических характеристик с отдельных пневмоаппаратов и участков пневмосистемы, учебно-методическое обеспечение.

**Практические и лабораторные работы:**

1. Изучение конструкции и принципа действия тормозного управления с пневматическим приводом и АБС:

- Общее устройство тормозного управления;
- Устройство и работа элементов питающего контура тормозного привода;

- Изучение устройства и принципа действия I контура рабочей тормозной системы;
- Изучение устройства и принципа действия II контура рабочей тормозной системы;
- Изучение устройства и принципа действия стояночной тормозной системы;
- Изучение устройства и принципа действия вспомогательной тормозной системы;
- Изучение устройства и принципа действия контура управления тормозами прицепа;
- Изучение устройства и принципа действия АБС.

2. Основные работы по диагностированию и техническому обслуживанию тормозного управления с АБС:

- Проверка работоспособности пневматического тормозного привода;
- Регулировка положения педали рабочей тормозной системы;
- Проверка настройки регулятора тормозных сил;
- Диагностика АБС.

3. Основные неисправности тормозного управления с пневматическим приводом и АБС.

4. Исследование рабочих процессов приборов тормозного привода:

- Определение расходной характеристики пневматического тормозного привода;
- Определение характеристики наполнения пневматического тормозного привода;
- Определение статической характеристики пневматического привода РТС;
- Определение статической характеристики пневматического привода СТС;
- Определение статической характеристики четырехконтурного защитного клапана;

- Определение статической характеристики тормозного крана РТС;
- Определение статической характеристики крана управления СТС;
- Определение статической характеристики регулятора тормозных сил;
- Определение статической характеристики ускорительного клапана;
- Определение статической характеристики КУТП-1;
- Определение статической характеристики КУТП-2;

#### **Технические характеристики:**

Давление в пневмоприводе, МПа:

номинальное 0,62...0,75

#### **Электропитание от сети переменного тока:**

напряжением, В  $220 \pm 22$

частотой, Гц 50

Потребляемая мощность (без компрессора), Вт, не более 50

Габаритные размеры (в сборе), мм, не более 1800 x 500 x 1220

Масса (нетто), кг 80

#### 2.2 Разработка концепции и конструкции

На основании анализа трёх выбранных прототипов определяем следующие требования к разрабатываемой конструкции:

1. Мобильность в рамках аудитории.
2. Установка на пол.
3. Обязательная имитация работы тормозной системы.
4. Минимизация стоимости.

В качестве базовой схемы (приложение Б) избрана схема, приведенная на рисунке 1. С учетом имеющихся ресурсов и эстетического оформления стенда она была переработана в схему, приведенную на рисунке 34.

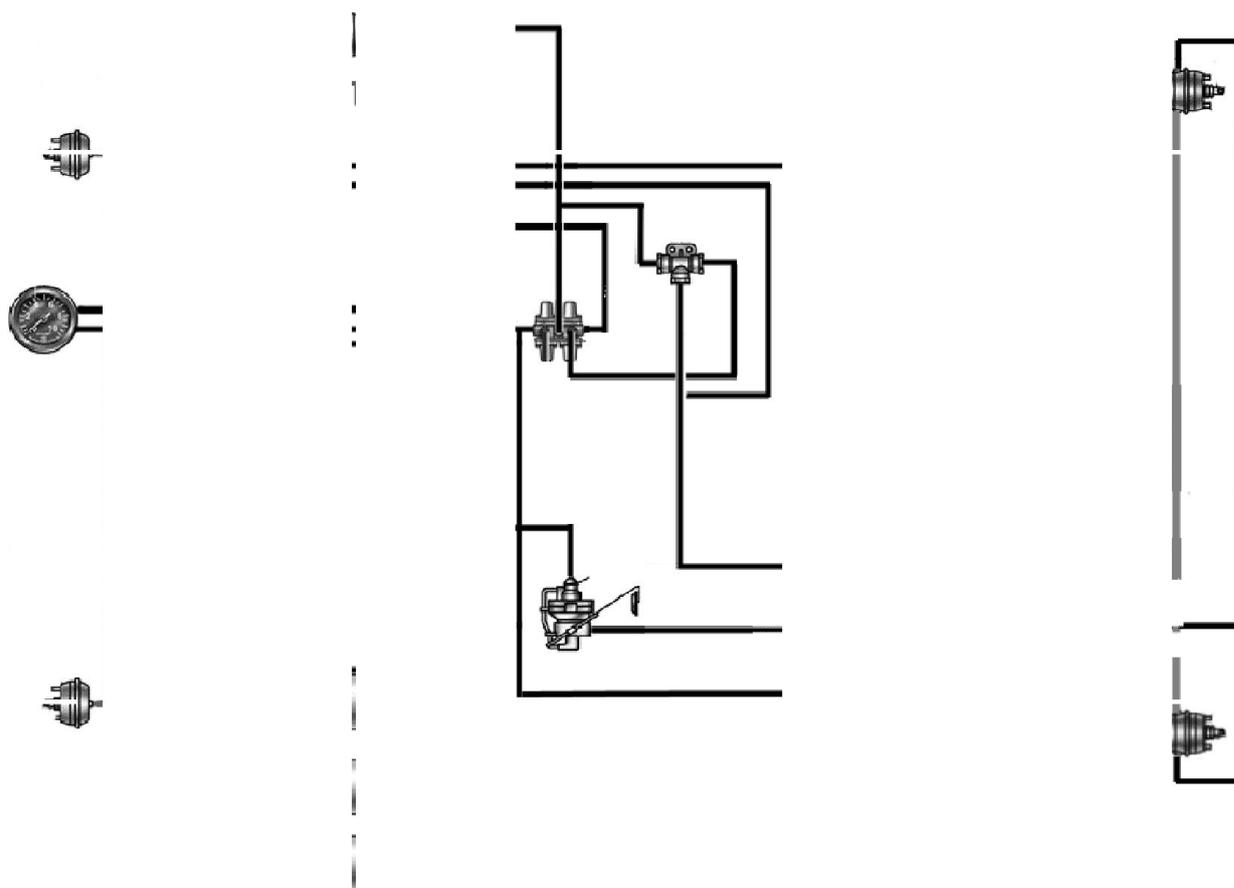


Рисунок 34 – Предлагаемая схема стенда

1 – передние тормозные камеры; 2 – ресивер регенерационный; 3 - двухстрелочный манометр; 4 - компрессор; 5 – теплообменник; 6 – адсорбентный осушитель с регулятором давления; 7 – клапан накачки шин; 8 - двухмагистральный перепускной клапан; 9 – 3-х контурный защитный клапан; 10 - кран управления стояночной тормозной системой; 11 - двухсекционный тормозной кран; 12 - ресивер контура I; 13 - ресивер контура II; 14 – регулятор давления; 15 – задние тормозные камеры с пружинными энергоаккумуляторами; 16 - ускорительный клапан; 17 – влагоотделитель; 18 – выключатель сигнала торможения; 19 - регулятор тормозных сил;

Стенд выполнен в виде напольной комбинированной конструкции (приложении В): стальная рама с порошковым покрытием; лицевая панель – ДСП с наклеенной на нее подложкой из полиграфической пленки с цветографическим изображением принципиальной схемы пневматической тормозной системы двухосного автомобиля семейства «КАМАЗ» без АБС; комплект действующих натуральных элементов пневматической тормозной

системы двухосного автомобиля семейства «КАМАЗ» закрепленный на лицевой панели должен включать в себя:

- кран управления стояночной тормозной системой – 1 шт.;
- трехконтурный защитный клапан – 1 шт.;
- регулятор тормозных сил – 1 шт.;
- ускорительный клапан – 2 шт.;
- главный тормозной кран – 1 шт.;
- влагомаслоотделитель с регулятором давления – 1 шт.;
- передняя тормозная камера – 2 шт.;
- задняя тормозная камера с энергоаккумулятором – 2 шт.;
- двухмагистральный перепускной клапан – 1 шт.;
- манометр двухстрелочный – 1 шт.;

Перечисленные выше пневматические элементы между собой соединены пневматическими полиуретановыми трубопроводами наружным диаметром 6мм по схеме аналогичной применяемой на серийно выпускаемых автомобилях марки «КАМАЗ» и представленной на подложке образующая, таким образом, реально действующую пневматическую тормозную систему с АБС. Все трубопроводы соединены между собой и с пневмоаппаратами посредством быстроразъемных коммутаторов цангового типа. Каждая пневматическая магистраль снабжена быстроразъёмным выводом цангового типа с обратным клапаном для оперативного подключения диагностического трубопровода.

На стенде реализована возможность ввода неисправности в работу тормозной системы, посредством разъединения пневматических трубопроводов.

Стенд обеспечивает реальное функционирование всех трёх контуров пневматической тормозной системы двухосного автомобиля «КАМАЗ».

Стенд выполнен с использованием стандартной компонентной базы (элементов пневматической тормозной системы) серийно выпускаемых автомобилей семейства КАМАЗ.

Ресиверы размещаются в основании станда в целях повышения его устойчивости, облегчения транспортировки и повышения безопасности. Питание пневмосистемы воздухом осуществляется от передвижного компрессора с рабочим давлением не менее 8 бар.

### 2.3 Оценка экономических затрат

Оценка экономической эффективности будет проводиться путем сравнения материалов и трудозатрат на изготовление станда предлагаемой конструкции с готовыми вариантами.

Перечень затрат приведен в таблице 3

Таблица 3 - Определение затрат на изготовление лабораторного станда

№ пп	Наименование детали, материала	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
1.	Труба профильная 40*25*1,5	13 м	194	2522
2.	Фанера 1525*1525*15	1 лист	1475	1475
3.	Круг отрезной 150*2,5*22	1 шт.	38	38
4.	Болт мебельный М8*60	4 шт.	10	40
5.	Гайка М8	6 шт.	1	6
6.	Шайба пружинная (гровера)	5 шт.	0,8	4
7.	Шайба плоская	5 шт.	0,9	4,5
8.	Краска аэрозольная «KUDO» черная	1 шт.	175	175
9.	Болт М8*80	1 шт.	11	11
10.	Гайка М6	10 шт.	0,9	9
11.	Болт М6*60	1 шт.	8	8
12.	Болт М6*30	2 шт.	6	12
13.	Эмаль ПФ-115 белая глянцевая	1 шт.	230	230
14.	Кисть Ракля 30*70мм натур.щет, пласт.	1 шт.	93	93
15.	Фитинг (прямой) 08хМ16 резьба	12 шт.	65	780
16.	Фитинг (угловой) 08хМ16 резьба	1 шт.	80	80
17.	Фитинг прямой 10мм (нар. резьба) 1,5хМ22	8 шт.	90	720
18.	Трубка полиамидная d-10мм	2 м	30	60
19.	Уголок 40х40х40	8 шт.	13	104
20.	Уголок 50х50х35	2 шт.	13	26
21.	Фитинг (прямой) 08хМ22 резьба	7 шт.	100	700
22.	Клапан КАМАЗ перепускной двухмагистральный MEGAPOWER	1 шт.	530	530
23.	Трубка полиамидная d-8мм	15 м	35	525
24.	Манометр двухстрелочный (давл. возд.) ст/обр. МД-216	1 шт.	720	720
25.	Фитинг прямой d=8мм (наружная резьба) М12х1,5 прямой	4 шт.	40	160
26.	NORMA GBS M 150-162/30 W2 хомут	2 шт.	115	230

	силовой			
27.	Фитинг (прямой) 10xM16 резьба	3 шт.	70	210
28.	Фитинг 8мм (наружная резьба) M16x1,5 прямой	4 шт.	65	260
29.	Фитинг прямой 08xM10 внутр. резьба	2 шт.	65	130
30.	Фитинг тройник 08мм	9 шт.	30	270
31.	Педаль тормоза КАМАЗ-ЕВРО	1 шт.	230	230
32.	Передняя тормозная камера тип 24	2 шт.	2590	5180
33.	Задняя тормозная камера с пружинным энергоаккумулятором тип 24/24	2 шт.	8400	16800
34.	Адсорбентный осушитель с регулятором давления	1 шт.	7289	7289
35.	3-хконтурный защитный клапан	1 шт.	2906	2112
36.	Кран управления стояночной тормозной системой	1 шт.	1950	1950
37.	Двухсекционный тормозной кран	1 шт.	1350	1350
38.	Ресивер	2 шт.	4337	8674
39.	Регулятор тормозных сил	1 шт.	4406	4406
40.	Ускорительный клапан	2 шт.	3130	6260
41.	Клейкая пленка белая 1500x1500	1 шт.	800	800
42.	Клейкая лента с надписью синяя 100x1500	1 шт.	200	200
43.	Клейкая лента синяя 30x6000	1 шт.	100	100
44.	Формат А3	1 шт.	90	90
45.	Саморез по дереву 3,5x50	1 шт.	410	410
46.	Трудозатраты	96 чел/ч	200	19200
			Всего:	85 184

Таким образом, с учетом рисков повышения цен на расходные материалы и комплектующие, определим стоимость предлагаемого стенда в 90 тыс. руб. Сравнение с аналогами будет осуществляться с определением дельты по каждому образцу. Результаты приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Сравнение предлагаемой конструкции с аналогами

№	Наименование	Стоимость	Δ в %	Соответствие требованиям по функционалу
1	Лабораторный стенд производства «ДЕНАР»	207525	231	Полное
2	Лабораторный стенд производства FORWARD	256450	285	Полное
3	Лабораторный стенд производства «Новый стиль»	140000	156	Частичное

Как видно из представленной выше информации разработанная конструкция по цене сопоставима с демонстрационными стендами, выполняющими исключительно наглядную функцию. Аналоги со схожим функционалом стоят минимум на 156% дороже, что позволяет не только

подтвердить актуальность данного решения, но и обосновать его экономическую целесообразность.

### **3. Применение лабораторного стенда в учебном процессе при подготовке бакалавров по направлению ЭТТМ**

#### **3.1 Требования к проведению и оснащению лабораторных занятий**

Целью лабораторного занятия является приобретение опыта решения учебно-исследовательских и реальных практических задач на основе изученного теоретического материала; экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений, умение решать практические задачи путем приобретения навыков исследовательской работы с первых шагов своей профессиональной деятельности.

Основными задачами лабораторных занятий являются:

- углубление уровня освоения общекультурных и профессиональных компетенций;
- обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализация единства интеллектуальной и практической деятельности; развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;
- выработка при решении поставленных задач профессионально значимых качеств (самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива).

По характеру выполняемых студентами заданий лабораторные занятия подразделяются на:

- ознакомительные, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала;
- аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов;

- творческие, связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных подходов к решению задач.

Формы организации лабораторных занятий определяются в соответствии целями обучения и могут представлять собой: решение типовых и ситуационных задач; проведение эксперимента; занятия по моделированию реальных задач; игровое проектирование; выездные занятия (на производство, в организации сферы услуг, учреждения и др.); занятия-конкурсы и пр.

Объем времени на выполнение лабораторных занятий отражается в учебном плане и в рабочих программах учебных дисциплин. Распределение отведенного объема времени осуществляется преподавателем соответствующей дисциплины с учетом специфики изучаемой дисциплины и в соответствии с ведущей дидактической целью содержания лабораторных занятий. Продолжительность занятия не менее двух академических часов.

Лабораторные занятия должны проводиться в специализированных лабораториях, соответствующих санитарно-гигиеническим нормам, требованиям технической и пожарной безопасности.

Количество оборудованных лабораторных мест должно быть достаточным для достижения целей проведения лабораторных занятий.

Во время лабораторных занятий должны соблюдаться порядок и дисциплина в соответствии с правилами пользования данной лабораторией.

Материальное обеспечение должно соответствовать современному уровню и требованиям ФГОС.

Лабораторные занятия должны быть обеспечены в достаточном объеме необходимыми методическими материалами, включающими в себя комплект методических указаний к циклу лабораторных работ по данной дисциплине.

Преподаватель определяет содержание лабораторных работ, выбирает методы и средства проведения лабораторных занятий, наиболее полно отвечающие их особенностям и обеспечивающие высокое качество учебного процесса.

Студент обязан быть на лабораторном занятии во время, установленное расписанием, и с необходимой предварительной подготовкой.

По окончании лабораторной работы студенты обязаны представить отчет преподавателю для проверки с последующей защитой. По согласованию с преподавателем допускается представление к защите отчета о лабораторной работе во время следующего лабораторного занятия или в индивидуальные сроки, оговоренные с преподавателем. Допускается по согласованию с преподавателем представлять отчет о лабораторной работе в электронном виде.

В конце лабораторного занятия преподаватель оценивает работу студента путем проверки отчета и (или) его защиты (собеседования).

Студент обязан выполнить лабораторную работу, пропущенную по уважительной причине, в часы, согласованные с преподавателем.

Объем в часах лабораторных занятий определяются рабочим учебным планом по направлению (специальности).

Основанием для проведения лабораторных занятий являются:

- рабочая программа учебной дисциплины;
- фонд оценочных средств учебной дисциплины;
- расписание учебных занятий.

Лабораторное занятие состоит из следующих элементов: вводная часть, основная и заключительная.

Вводная часть обеспечивает подготовку студентов к выполнению заданий работы и включает в себя:

- формулировку темы, цели занятия, обоснование его значимости в профессиональной подготовке студентов;
- изложение теоретических основ работы;
- объяснение методов (способов, приемов) выполнения заданий;
- характеристику требований к результату работы;
- инструктаж по технике безопасности при эксплуатации технических средств;

- проверку готовности студентов выполнения задания;
- указания по самоконтролю результатов выполнения заданий студентами.

Основная часть включает процесс выполнения лабораторной работы, оформление отчета и его защиту. Она может сопровождаться дополнительными разъяснениями по ходу работы, устранением трудностей при ее выполнении, текущим контролем и оценкой результатов отдельных студентов, ответами на вопросы студентов. Возможно пробное выполнение задания(ий) под руководством преподавателя.

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- Титульный лист.
- Цель работы.
- Исходные данные.
- Схему выполнения работы (при необходимости).
- Ход выполнения работы (при необходимости).
- Результаты выполнения лабораторной работы.
- Выводы по результатам выполнения лабораторной работы.

### 3.2 Разработка лабораторных занятий

Лабораторные работы являются практической частью курса изучения предмета.

Цели лабораторных работ:

1. Закрепление, углубление и конкретизация знаний, полученных студентами на занятиях и при самостоятельной работе с учебными пособиями;
2. Знакомство с оборудованием и приборами, используемыми при определении технического состояния механизмов автомобиля;
3. Приобретение практических навыков по определению технического состояния автомобилей с использованием диагностического оборудования, а так же по соблюдению требований техники безопасности.

Лабораторные работы в ЛФ ПНИПУ выполняются на базе лаборатории «Автомобили и автомобильное оборудование». Работы выполняются после прослушивания курса лекций. Приступая к выполнению лабораторных работ, студент должен изучить основные положения теории к данной работе, описание работы из методического пособия, подготовить таблицы для оформления результатов испытаний.

Лабораторные работы выполняются в соответствии с порядком выполнения работ в методическом руководстве.

Выполненные работы защищаются, зачет по всем работам, предусмотренным программой, является одним из необходимых условий для допуска к сдаче экзамена.

Отчеты к лабораторным работам оформляются на листах формата А4, либо в ученических тетрадях в клетку каждым студентом в отдельности четким почерком.

В отчете должны быть представлены:

- название и цель выполняемой работы;
  - перечень оборудования и материалов;
  - название проводимых испытаний;
  - результаты проводимых замеров;
  - заключение по результатам испытаний;
- ответы на контрольные вопросы;
- выводы, отражающие цель и результаты выполнения работы.

На титульном листе к работе указывается наименование предмета, фамилия, имя студента и номер группы. Допускается оформление все отчетов по лабораторным работам в одной тетради.

Рисунки, графики помещаются по тексту в соответствующих местах или на отдельных листах и выполняются в удобном для чтения масштабе.

Все расчетные формулы и преобразования записываются в буквенном виде, затем подставляются числовые значения. Принятые

обозначения должны быть пояснены и выдерживаются от начала до конца текста. Итоговые результаты подчеркиваются, либовыделяются в отдельную строку или в таблицы.

Выводы к лабораторным работам должны отражать цель выполнения работы, краткий ход выполнения работы, анализ результатов в соответствии с целью работы.

Пример методического указания по выполнению лабораторной работы представлен в приложении Г.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В ходе выполнения данной работы был проведен анализ устройства пневматических тормозных систем. Нами были определены основные элементы и конструктивные связи, что в дальнейшем позволило спрогнозировать наиболее встречающиеся неисправности.

Также в ходе работы был проведен анализ педагогических приемов и методик, используемых в профессиональном обучении. Через призму педагогических технологий была обоснована необходимость использования наглядного и динамического оборудования в учебном процессе.

В целях повышения качества подготовки специалистов была разработана и собрана конструкция лабораторного стенда, позволяющего проводить работы по изучению пневматической тормозной системы автомобиля КамАЗ.

Было проведено сравнение разработанной конструкции с аналогами и обоснована экономическая целесообразность разработки стенда.

В целях методического обеспечения учебного процесса была разработана лабораторная работа, использующая представленное оборудование.

Таким образом, задачи исследования выполнены, поставленная цель достигнута в полном объеме.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Аринин И. Н. и др.. Техническое диагностирование автомобилей / И. Н. Аринин. - Ф.: «Кыргызстан», 2018 – 164 с.
- 2 Беляев В. М. Автомобили: Испытания: учебное пособие для вузов / В. М. Беляев, М. С. Высоцкий, Л. Х. Гилелес. – Минск: Высшая школа, 1991. – 187 с.
- 3 Ниргер И. А. Техническая диагностика / И. А. Биргер. – М.: Машиностроение, 2015. – 239 с.
- 4 Бойко А. В. Совершенствование методов диагностики тормозных систем автомобилей в условиях эксплуатации на силовых стендах с беговыми барабанами: дис. канд. техн. наук: 05.22.10: защищена 25.06.08/ Бойко Александр Владимирович. - Иркутск, 2008. – 217 с.
- 5 Борц А. Д. Диагностика технического состояния автомобиля / А. Д. Норц, Я. К. Закин, Ю. В. Иванов. – М.: Транспорт, 1979. – 160 с.
- 6 Бродский В. В. – М: Наука, 2016. – 224 с.
- 7 Бухарин Н. А. Тормозные системы автомобилей / И. А. Бухарин. – М.-Л.: Машгиз, Ленинградское отд-ние, 1950. – 292 с.
- 8 Веденяпин Г. В. Эксплуатация машинно-тракторного парка / Г. В. Веденяпин, Ю. К. Киртбая, М. П. Сергеев. – М.: Колос, 1968. – 342 с.
- 9 Веденяпин Г. М. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных / Г. М. Веденяпин. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М.: Колос, 1973. – 195 с.
- 10 Величко А. В. Анализ процесса торможения автотранспортного средства / А. В. Величко // Транспортные средства Сибири: Материалы межвузовской научно-практической конференции. – Красноярск: КГТУ, 1995. – с. 83-89.
- 11 Верзаков Г. Ф. Введение в техническую диагностику / Г. Ф. Верзаков, Н. В. Кипшт, В. И. Рабинович, Л. С. Тимонеи. – М.: Энергия. 1968. – 219 с.

12 Генбом Б. Б. Вопросы динамики торможения и теории рабочих процессов тормозных систем автомобилей / Б. Б. Генбом. - Львов: Вища школа, 1974. – 234 с.

13 Гернер В. С. Исследование режимов контроля эффективности действия тормозных механизмов: дис. канд. техн. наук/ В. С. Гернер. - Харьков, 1970. – 153 с.

14 Говорущенко Н. Я. Диагностика технического состояния автомобилей. [Текст]. – М. Транспорт. 1970.

15 Говорущенко Н. Я. Диагностика технического состояния автомобилей / Н. Я. Говорущенко. – М.: Транспорт, 1970. – 254 с.

16. Устройство автомобилей категорий В и С : учеб. пособие для вузов / Л.А. Жолобов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2018. – 265 с.

17. Лабораторные стенды «Действующие системы» [электронный ресурс] Режим доступа: <http://auto.disys.ru/products/4-products/4-2-products.html> Дата обращения: 03.04.2022

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Возможные неисправности пневмопривода и способы их устранения

Причина неисправности	Способ устранения
<b>1. Не заполняются или заполняются медленно ресиверы пневмосистемы.</b>	
<b>Не срабатывает регулятор давления</b>	
Повреждение шлангов и трубок подвода воздуха	Заменить шланги и трубки
Недостаточная затяжка в местах соединений трубок, шлангов, соединительной и переходной арматуры	Подтянуть места соединений. Заменить неисправные детали соединений и уплотнений
Наличие забоин, вмятин на торцовых поверхностях бобышек подвода (отвода) сжатого воздуха. Значительная неперпендикулярность торцовых поверхностей относительно осей резьбовых отверстий	Зашлифовать мелкие забоины, вмятины, устранить неперпендикулярность
Негерметичность ресивера, аппарата	Заменить ресивер, аппарат
Пониженная производительность компрессора	Проверить компрессор, при необходимости заменить
<b>2. Часто срабатывает регулятор давления при заполненной воздухом пневмосистеме</b>	
Утечка сжатого воздуха в магистрали на участке от регулятора давления до защитного клапана	Устранить утечку способами, указанными п. 1
<b>3. Ресиверы пневмосистемы не заполняются воздухом.</b>	
<b>Регулятор давления срабатывает</b>	
Неправильная регулировка регулятора давления	Отрегулировать регулятор давления регулировочным винтом. При необходимости заменить регулятор
Засорение трубок на участке от регулятора давления до защитного клапана	Осмотреть трубки, если требуется, снять и продуть. Если трубка неправильно изогнута (имеется излом), заменить ее
<b>4. Не заполняются воздухом ресиверы контуров I, II или III</b>	
Неисправность защитного клапана	Заменить неисправный аппарат
Засорение питающих трубок	Продуть трубки. При наличии в трубках посторонних предметов удалить их
<b>5. Не заполняются воздухом ресиверы прицепа</b>	
Неисправность аппаратов управления тормозными системами прицепа, расположенных на тягаче; тормозных аппаратов прицепа	Заменить неисправный аппарат
Засорение питающих трубок	Продуть трубки. При наличии в трубках посторонних предметов удалить их
<b>6. Давление в ресиверах контуров I и II выше или ниже нормы при работающем регуляторе давления</b>	
Неисправность двухстрелочного манометра	Заменить манометр

Неправильная регулировка регулятора давления	Отрегулировать регулятор регулировочным винтом. Если требуется, регулятор заменить
<b>7. Неэффективное торможение или отсутствие торможения автомобиля рабочей тормозной системой при полностью нажатой педали</b>	
Неисправность тормозного крана	Заменить тормозной кран
Загрязнение полости под чехлами рычага двухсекционного тормозного крана. Разрыв или демонтаж чехлов с посадочного места	Очистить от грязи полости. Заменить чехлы в случае их непригодности
Неисправность ускорительного клапана	Заменить ускорительный клапан
Значительная утечка сжатого воздуха в магистралях контуров I и II на участке после тормозного крана	Устранить утечку способами указанными в п. 1
Нарушение регулировки тормозного крана	Отрегулировать тормозной кран
Превышение допустимого хода штоков тормозных камер	Отрегулировать ход штоков
<b>8. Неэффективное торможение или отсутствие торможения автомобиля стояночной тормозной системой</b>	
Неисправность ускорительного клапана; крана управления стояночной тормозной системой	Заменить неисправные аппараты
Засорение трубок или шлангов контура III	Очистить трубки и продуть их сжатым воздухом При необходимости заменить на исправные
Неисправность пружинных энергоаккумуляторов	Заменить неисправную тормозную камеру с пружинным энергоаккумулятором
Превышение допустимого хода штоков тормозных камер	Отрегулировать ход штоков
<b>9. При установке рукоятки крана управления стояночной тормозной системой в горизонтальное положение автомобиль не растормаживается</b>	
Утечка воздуха из трубок контура III, из атмосферного вывода ускорительного клапана	Устранить утечку способами, указанными в п. 1
Выход из строя пружинного энергоаккумулятора	Заменить неисправную тормозную камеру с пружинным энергоаккумулятором
<b>10. При движении автомобиля тормозится задняя тележка без приведения в действие тормозной педали и крана управления стояночной тормозной системой</b>	
Неисправность двухсекционного тормозного крана	Заменить кран
Неправильная регулировка тормозного крана	Отрегулировать кран
Нарушение уплотнения между полостью энергоаккумулятора и рабочей камерой пружинного	Заменить неисправную тормозную камеру с пружинным энергоаккумулятором
<b>11. Неэффективное торможение прицепа или отсутствие торможения при нажатой тормозной педали или включенном кране управления стояночной тормозной системой</b>	

Утечка сжатого воздуха	Устранить утечку способами, указанными в п. 1
Неисправность следующих аппаратов привода: одинарного защитного клапана, клапана управления тормозными системами прицепа с однопроводным приводом, клапана управления тормозными системами прицепа с двухпроводным приводом, соединительных головок, магистральных фильтров, комбинированного воздухораспределителя тормозных систем прицепа	Заменить неисправные аппараты
Превышение допустимого хода штоков тормозных камер прицепа	Отрегулировать ход штоков
Разрыв мембраны тормозной камеры	Заменить мембрану
<b>12. Отсутствует торможение автопоезда при включении вспомогательной тормозной системы</b>	
Неисправность: - крана пневмовключения вспомогательной тормозной системы; - пневмоцилиндров привода заслонок механизма вспомогательной тормозной системы, цилиндра отключения подачи топлива; - механизма заслонок;  - электромагнитного клапана - выключателя сигнализатора включения вспомогательной тормозной системы	Заменить кран;  Заменить неисправные цилиндры;  Отсоединить штоки пневмоцилиндров, проверить вручную поворот заслонок. Заеданий быть не должно. При необходимости снять, очистить от нагара, промыть и просушить узлы вспомогательной тормозной системы;  Заменить клапан;  Заменить выключатель
Утечка сжатого воздуха	Устранить утечку способами, указанными в п. 1
Засорение трубок	Снять трубки и продуть их сжатым воздухом
<b>13. Тормозные механизмы не растормаживаются при вытянутой кнопке крана растормаживания прицепа</b>	
Неисправность крана растормаживания прицепа	Заменить кран
<b>14. При нажатии на тормозную педаль при приведении в действие крана управления стояночной тормозной системой фонари сигнала торможения не загораются</b>	
Неисправность выключателей сигнализатора включения сигнала торможения или аппаратов пневмопривода	Заменить неисправные выключатели или аппараты
<b>15. Наличие значительного количества масла и конденсата в пневмосистеме</b>	
Износ поршневых колец компрессора	Заменить компрессор
Неэффективная осушка сжатого воздуха от конденсата	Заменить фильтрующий элемент в адсорбентном осушителе

<b>16. При торможении тягача вспомогательной тормозной системой прицеп не подтормаживается</b>	
Неисправность пневмовыключателя сигнализатора включения электромагнитного клапана прицепа	Заменить выключатель
Отсутствие контакта в соединениях электропроводов тягача и прицепа на участке цепи от выключателя к электромагнитному клапану	Найти место ненадежного контакта и устранить неисправность
Неисправность электромагнитного клапана прицепа	Заменить клапан
Несоответствие давления воздуха, подаваемого электромагнитным клапаном прицепа в тормозные камеры, требуемому - давление менее 60 кПа (0,6 кгс/см <sup>2</sup> )	Не снимая электромагнитного клапана, отрегулировать его винтом, ввернутым снизу в корпус клапана: при вворачивании винта давление воздуха, подаваемого клапаном, повышается, при выворачивании - понижается Давление воздуха измерить манометром, подсоединенным к клапану контрольного вывода задней оси прицепа

## **ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

## **ПРИЛОЖЕНИЕ В**

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

### Лабораторная работа №1

**Тема занятия:** «Тормозные механизмы с пневмоприводом на примере автомобилей семейства КАМАЗ».

Время: 2 часа.

**Цель работы:** изучить устройство и принцип действия приборов пневматической тормозной системы автомобиля.

**Оборудование:** лабораторный стенд «Пневматическая тормозная система КАМАЗ», набор слесарного инструмента, справочные материалы.

**Содержание работы:** изучить устройство и работу приборов пневматического привода тормозных механизмов.

Описание устройства. Колесные тормозные механизмы на всех автомобилях имеют две колодки, размещенные внутри чугунного барабана, вращающегося со ступицей колеса. Фрикционные накладки крепятся заклепками с потайными головками.

Колодки установлены на опорном диске. Диск заднего колеса крепится к кожуху балки задних колес, диск переднего колеса — к поворотному кулаку. Нижняя часть колодок опирается на эксцентриковый опорно-регулирующий палец. Поворотом пальца меняется зазор между тормозным барабаном и фрикционными накладками в нижней части колодок.

Стяжная пружина прижимает верхние части обеих колодок к разжимному кулаку, который выполнен как одно целое с валом, на противоположном конце которого закреплен рычаг. Верхняя часть рычага соединена пальцем с вилкой штока тормозной камеры.

На шлицах вала кулака установлено червячное зубчатое колесо, находящееся в постоянном зацеплении с червяком регулировочного вала. Для предотвращения случайного поворота вала после регулировки имеется шариковый фиксатор, прижимаемый к регулировочному валу пружиной.

К тормозной камере присоединяется шланг подачи сжатого воздуха от тормозного крана. К корпусу камеры болтами крепится крышка. Между

корпусом и крышкой зажата мембрана, соединенная с опорным диском штока. На резьбе штока имеется вилка, положение которой фиксируется контргайкой. Вилка соединена пальцем с рычагом привода вала разжимного кулака.

Мембрана поджимается к крышке корпуса двумя пружинами. Внутренняя пружина к тому же прижимает к корпусу уплотнительную шайбу, которая предотвращает попадание внутрь корпуса грязи через отверстие для прохода штока. Отверстие достаточно большое. Шток движется относительно днища корпуса, совершая сложное колебательное движение.

При нажатии на педаль тормоза сжатый воздух проходит в тормозную камеру и под его действием мембрана отжимается от крышки тормозной камеры. Перемещение мембраны со штоком вызывает поворот вала кулака и прижатие фрикционных накладок колодок к тормозному барабану колеса.

**Компрессор** (рисунок 1) является источником сжатого воздуха для питания тормозных систем автомобиля, прицепа или полуприцепа, а также для питания других приборов. На автомобилях марок ЗИЛ и КамАЗ устанавливают двухцилиндровые компрессоры. Состоит компрессор из картера 17, блока 12 цилиндров, закрытого головкой 9 цилиндров. Между блоком цилиндров и головкой уложена уплотнительная прокладка 11. В картере на двух шариковых подшипниках 1 вращается коленчатый вал 13. Шатуны 4 на шатунных шейках коленчатого вала установлены на вкладышах 3. С верхними головками шатунов через плавающие пальцы 6 соединены поршни 8. На них имеется два компрессионных и одно маслосъемное кольцо. В головке цилиндров установлены пластинчатые впускные и выпускные клапаны с пружинами.

На такте впуска воздух из воздушного фильтра через впускной клапан поступает в цилиндр, а на такте сжатия — вытесняется через нагнетательный клапан в магистраль пневматического привода.

Масло к трущимся поверхностям компрессора подается из масляной

магистрали двигателя через уплотнитель и далее по каналам коленчатого вала к шатунным подшипникам.

Подшипники коленчатого вала, поршневые пальцы и стенки цилиндров смазываются разбрызгиванием, затем все масло стекает в поддон картера двигателя.

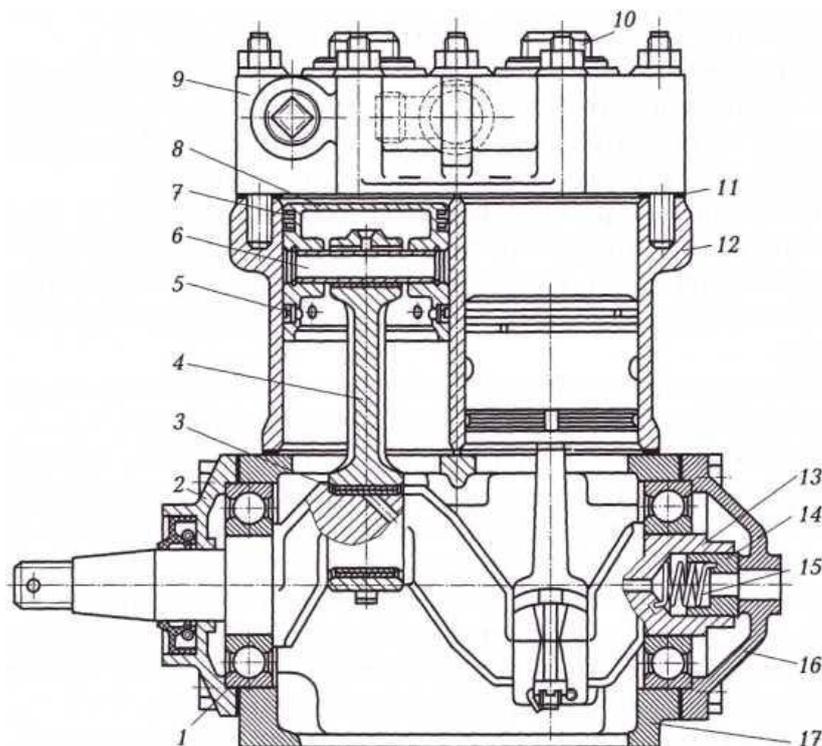


Рисунок 1 - Компрессор:

1 — шариковый подшипник; 2 и 16— крышки подшипников; 3 — вкладыш; 4 — шатун; 5 — маслосъемное кольцо; 6— поршневой палец; 7 — компрессионное кольцо; 8 — поршень; 9 — головка цилиндров; 10 — пробка клапана; 11— уплотнительная прокладка; 12 — блок цилиндров; 13 — коленчатый вал; 14 — уплотнитель; 15 — пружина; 17 — картер

**Предохранитель от замерзания** (рисунок 2) защищает трубопроводы и приборы пневматического тормозного привода от замерзания в них конденсата.

В предохранителе испарительного типа в качестве рабочей жидкости используется этиловый спирт (0,2 л). Заливается он через отверстие, закрываемое пробкой 13 с указателем уровня спирта.

Предохранитель состоит из верхнего 8 и нижнего 4 корпусов, соединенных друг с другом. Сливное отверстие нижнего корпуса закрыто

пробкой 1 с уплотнительной прокладкой.

При включении предохранителя шток 10 с рукояткой необходимо поднять вверх. При этом сжатый воздух из компрессора проходит мимо фитиля 5, захватывая спирт, который, смешиваясь с влагой, превращается в незамерзающий конденсат.

При температуре окружающего воздуха выше  $5^{\circ}\text{C}$  следует опустить шток в крайнее нижнее положение и зафиксировать его поворотом рукоятки. Клапан штока утапливает при этом фитиль, который входит в обойму, тем самым прекращается испарение спирта.

В верхнем корпусе 8 установлен жиклер 7 для выравнивания давления воздуха при выключении предохранителя.

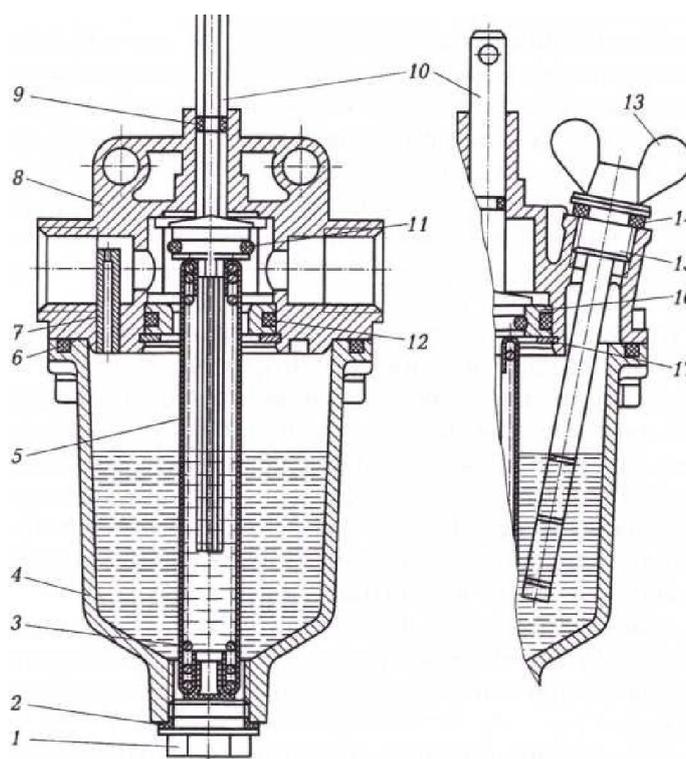


Рисунок 2 - Предохранитель от замерзания пневматического тормозного привода:

- 1 — пробка; 2 и 14 — уплотнительные прокладки; 3 — пружина; 4 — нижний корпус; 5 — фитиль; 6, 9, 11 и 12 — уплотнительные кольца; 7 — жиклер; 8 — верхний корпус; 10 — шток с рукояткой; 13 — пробка с указателем уровня спирта; 15 — резьбовая вставка; 16 — обойма; 17 — упорное кольцо

**Двойной защитный клапан** разделяет магистраль, идущую от компрессора, на два самостоятельных контура. Это необходимо для автоматического отключения одного из контуров в случае его повреждения или нарушения герметичности, сохранения сжатого воздуха в обоих контурах, повреждения или нарушения герметичности в магистрали, идущей от компрессора. Благодаря двойному защитному клапану контур продолжит работать и будет пополняться сжатым воздухом, если другой будет поврежден.

Сжатый воздух из компрессора, проходя через регулятор давления, предохранитель от замерзания и конденсационный баллон в вывод, отжимает плоские клапаны и поступает в воздушные баллоны соответствующих тормозных контуров.

Если давление в баллонах контуров максимальное, то плоские клапаны закроются, так как в это время регулятор давления отключает пневматическую тормозную систему от компрессора.

При утечке воздуха поршень с плоским клапаном под действием давления прижимается к упорному поршню. Его ход ограничивается упорами крышек. Плоский клапан остается прижатым пружиной упорного поршня, пока давление в выводе будет ниже давления, установленного пружиной упорного поршня, При избыточном повышении давления плоский клапан отрывается от поршня и дает возможность избыточному воздуху пройти в негерметичный контур.

При повреждении контура двойной защитный клапан поддерживает в другом контуре давление 0,56...0,6 МПа.

**Тройной защитный клапан** разделяет поток сжатого воздуха от компрессора на два основных и один дополнительный контур. Он служит для автоматического отключения одного из контуров в случае повреждения или нарушения герметичности и сохранения сжатого воздуха в остальных контурах, сохранения сжатого воздуха во всех контурах в случае повреждения или нарушения герметичности питающей магистрали, для

питания дополнительного контура от двух основных, пока давление в основных контурах не снизится до заданного уровня.

Оба клапана установлены внутри правого лонжерона рамы автомобиля и соединены с питающей магистралью

Сжатый воздух поступает в тройной защитный клапан из подводящей магистрали, и, когда давление достигнет необходимого значения, усилием пружин клапаны откроются. Сжатый воздух поступает через выходы в два основных контура. Одновременно сжатый воздух, воздействуя на мембраны, поднимает их. После открытия обратных клапанов сжатый воздух открывает клапан и через вывод поступает в дополнительный контур.

При неисправности в одном из контуров клапан этого контура и обратный клапан дополнительного контура закрываются, предотвращая понижение давления в основном и дополнительном контурах.

При повреждении основного контура в остальных поддерживается давление 0,55...0,57 МПа, а при повреждении дополнительного контура в основных контурах давление составит 0,5...0,52 МПа.

**Двухсекционный тормозной кран** (рисунок 3) предназначен для управления исполнительными механизмами рабочей тормозной системы автомобиля, а также для управления клапанами привода тормозных механизмов прицепа. Двухсекционный тормозной кран расположен на кронштейне, который прикреплен к левому лонжерону рамы с внутренней стороны. Привод двухсекционного тормозного крана механический. Тормозная педаль через систему тяг и рычагов связана с рычагом тормозного крана. Двухсекционный кран может быть установлен и на щите передней части кабины.

Выпуск воздуха из крана происходит вниз через вывод V.

Тормозной кран имеет две независимые секции, расположенные последовательно. Вывод I крана соединен с воздушным баллоном передних тормозов, а вывод II — с воздушным баллоном задних тормозных механизмов.

При нажатии на тормозную педаль усилие через упругий элемент 25 передается на верхний поршень 24, и он, опускаясь, закрывает выпускное отверстие клапана 23 и отрывает его от седла. Через вывод III сжатый воздух поступает в тормозные камеры задних колес до тех пор, пока сила нажатия на толкатель 1 не уравновесится давлением сжатого воздуха на поршень 24 снизу.

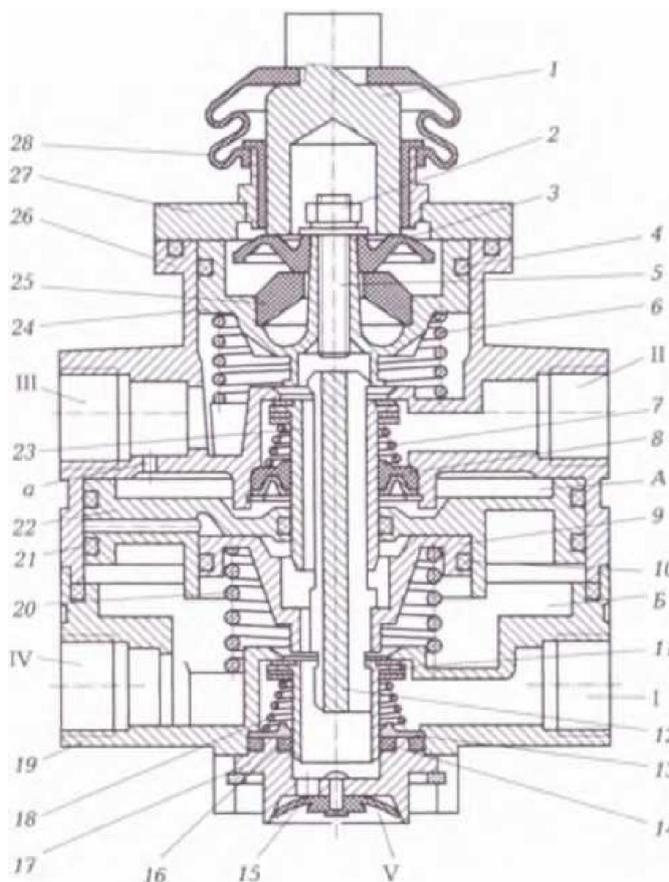


Рисунок 3 - Двухсекционный тормозной кран:

1 — толкатель; 2 — гайка; 3 — тарелка; 4, 10, 14 и 21 — уплотнительные кольца; 5 — шпилька; 6, 7, 18 и 20 — пружины; 8 и 13 — опорные кольца; 9 — малый поршень; 11 и 23 — корпуса клапанов; 12 — толкатель малого поршня; 15 — клапан атмосферного вывода; 16 — упорное кольцо; 17 — корпус атмосферного вывода; 19 — нижний корпус; 22 — большой поршень; 23 — клапан; 24 — верхний поршень; 25 — упругий элемент; 26 — верхний корпус; 27 — плита; 28 — защитный чехол; I—V — выходы; а — канал; Аи Б — полости

Вследствие повышения давления в выводе III сжатый воздух поступает через канал а и попадает в полость А над поршнем 22, который имеет большую площадь и уже при небольшом давлении сжатого воздуха перемещается вниз и воздействует на малый поршень 9, который при движении закрывает выпускное окно корпуса 11 клапана. Клапан отрывается от седла, и сжатый воздух начинает поступать в тормозные камеры передних колес через вывод IV.

Давление в выводе IV повышается, следовательно, повышается в полости Б под малым поршнем 9 и большим поршнем 22. Силы, действующие на поршни сверху, уравниваются. В выводе IV устанавливается давление, пропорциональное усилию, приложенному водителем к тормозной педали.

Если контур задних тормозных механизмов окажется поврежденным, то в выводе III давление будет отсутствовать и усилие от тормозной педали через шпильку 5 будет передаваться на толкатель 12 малого поршня. Нижняя секция получит механическое, а не пневматическое управление и сохранит работоспособность.

Если вследствие повреждения будет отсутствовать давление в выводе IV контура передних колес автомобиля, то верхняя секция тормозного крана будет работать аналогично нижней.

Привод двухсекционного тормозного крана состоит из педали с роликом, который при нажатии на педаль будет воздействовать на толкатель 1 тормозного крана.

Зазор между нажимным роликом и толкателем крана устраняется регулировочным болтом с контргайкой.

**Регулятор давления** предназначен для автоматического регулирования давления в пневматической системе в пределах 0,65...0,80 МПа и защиты агрегатов пневматического привода от загрязнения маслом и чрезмерного повышения давления при выходе из строя регулирующего устройства.

Сжатый воздух от компрессора через вывод регулятора, фильтр, канал и обратный клапан поступает в воздушные баллоны.

Одновременно сжатый воздух по каналу проходит в полость под поршнем, на который воздействует пружина. Выпускной клапан, соединяющий полость над разгрузочным поршнем с окружающей средой через вывод, открыт. Впускной клапан закрыт толкателем. Закрыт и разгрузочный клапан. При таком положении регулятора происходит наполнение баллона сжатым воздухом.

Если давление воздуха достигнет 0,65...0,8 МПа, поршень поднимется вверх, сжимая пружину. Толкатель при этом закрывает клапан, а впускной клапан откроется, сжатый воздух будет поступать в полость, разгрузочный поршень переместится вниз, разгрузочный клапан откроется, и сжатый воздух из компрессора через вывод выйдет в окружающую среду. При этом давление в кольцевом канале будет падать, обратный клапан закроется, а компрессор будет работать в разгрузочном режиме. Если давление в выводе и полости упадет ниже 0,65 МПа, поршень под действием пружины переместится вниз, впускной клапан закроется, а выпускной — откроется, сообщая полость с окружающей средой через вывод. Разгрузочный поршень под действием пружины поднимается, клапан закрывается, и компрессор снова будет нагнетать сжатый воздух в баллон.

Разгрузочный клапан является и предохранительным. Если регулятор не сработает при давлении 0,8 МПа и давление поднимется до 1,0... 1,35 МПа, то под действием этого давления клапан, преодолевая сопротивление пружин, откроется и выпустит часть сжатого воздуха в окружающую среду.

Давление сжатого воздуха в диапазоне 0,65...0,8 МПа регулируется винтом.

**Тормозной кран стояночной тормозной системы** (рисунок 4) управляет пружинными энергоаккумуляторами тормозных механизмов стояночной и запасной тормозных систем, а также включает клапаны управления тормозной системы прицепа. Кран расположен в кабине справа

от сиденья водителя. Выходящий из крана при торможении воздух выводится в окружающую среду через специальный трубопровод.

При отключенной стояночной тормозной системе во время движения автомобиля рукоятка 14 крана находится в крайнем переднем положении.

Сжатый воздух подводится к выводу I. Шток 16 пружиной опущен вниз, а клапан 22 прижат к седлу штока. Воздух через отверстия в корпусе 3 и поршня 23 поступает из вывода I в полость А, а затем через отверстие в днище поршня 23 — к выводу III, соединенному магистралью с ускорительным клапаном стояночной и запасной тормозных систем.

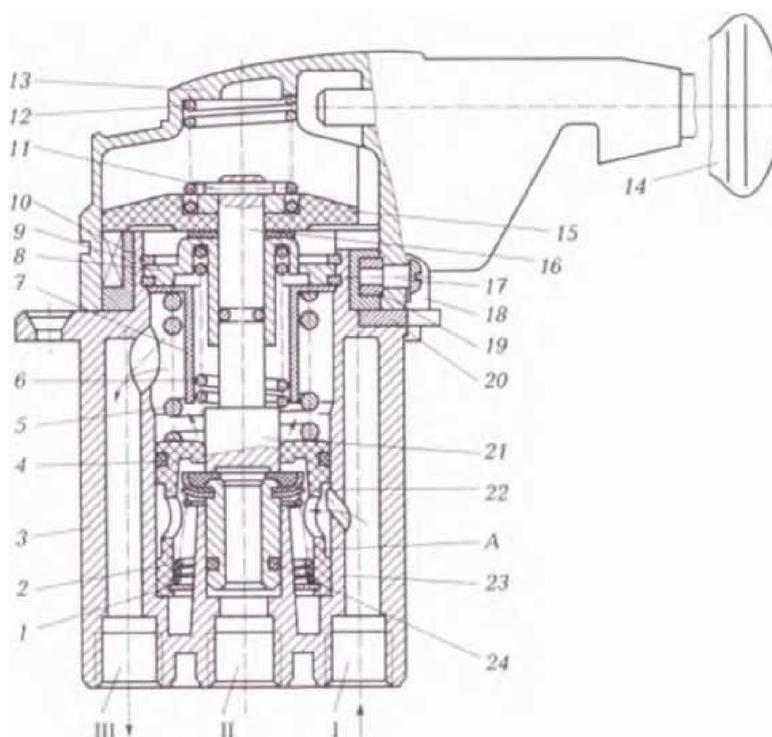


Рисунок 4 - Тормозной кран стояночной тормозной системы:

1 и 10 — упорные кольца; 2, 6 и 12 — пружины; 3 — корпус; 4 и 24 — уплотнительные кольца; 5 — уравнивающая пружина; 7 — направляющая пружина; 8 — направляющая штока; 9 — кольцо; 11 — штифт; 13 — крышка; 14 — рукоятка; 15 — колпачок штока; 16 — шток; 17 — ось ролика; 18 — фиксатор рукоятки; 19 — ролик; 20 — стопорная пластина; 21 — седло штока; 22 — клапан; 23 — поршень следящего устройства; I—III — выходы; А — полость

При повороте рукоятки колпачок 15 штока поворачивается и, скользя по винтовым поверхностям кольца 9, перемещается вверх, поднимая шток 16. Седло 21 штока 16 отрывается от клапана 22, и клапан пружиной 2 поднимается до упора в седло поршня 23. Теперь сжатый воздух не может

пройти от вывода I к выводу III. Из вывода III воздух через отверстие в клапане 22 выходит в окружающую среду через вывод II до тех пор, пока давление воздуха в полости А не превысит усилие уравнивающей пружины 5. Преодолевая усилие пружины 5, поршень 23 с клапаном 22 поднимается и прижимается к седлу 21. Выход воздуха в окружающую среду прекращается. Таким образом происходит следящее действие крана.

При промежуточном положении рукоятка 14 крана автоматически возвращается в переднее положение при ее отпуске.

Если ручку крана переместить в крайнее заднее положение, то она удерживается фиксатором 18 и не вернется в исходное положение без усилия со стороны водителя, который должен для возврата вытянуть рукоятку. Фиксатор 18 выйдет из паза пластины, и рукоятка свободно возвратится в переднее положение.

**Тормозной кран с кнопочным управлением** предназначен для управления цилиндрами вспомогательной тормозной системы и контуром аварийного растормаживания стояночной тормозной системы.

Сжатый воздух поступает в кран через вывод I. Если нажать на кнопку включения крана, то полый толкатель опустится и сядет торцом на клапан. Выводы III и II разъединятся, клапан отойдет от седла и соединит вывод I с выводом III. Сжатый воздух пройдет через выводы и поступит к исполнительному механизму.

Если водитель отпустит кнопку крана, пружина возвратит толкатель в исходное положение.

Клапан закроет седло, и воздух не будет поступать в вывод III. Полость Л в толкателе откроет путь, по которому сжатый воздух из вывода III через вывод II выйдет в окружающую среду, освобождая исполнительные механизмы от сжатого воздуха.

Клапан ограничения давления предназначен для уменьшения давления в тормозных камерах тормозных механизмов передней оси автомобиля при слабом торможении. Кроме того, он служит для быстрого выпуска воздуха

из тормозных камер при оттормаживании. Клапан ограничения давления выполняет роль регулятора тормозных сил для тормозных механизмов передней оси автомобиля. Его работа близка к процессу изменения нагрузки на переднюю ось при торможении. Клапан ограничения давления установлен в контуре привода тормозных механизмов передней оси за тормозным краном.

При нажатии на тормозную педаль сжатый воздух поступает в вывод II и воздействует на малый ступенчатый поршень, который вместе с клапанами перемещается вниз. Большой поршень сначала остается неподвижным, но только до тех пор, пока давление в выводе II не достигнет значения, уравновешивающего усилия пружины.

Выпускной клапан закрывает атмосферный выход III, впускной клапан отрывается от седла в малом поршне. При этом сжатый воздух поступает к выводу I, а из него — в тормозные камеры передних колес и будет поступать туда до тех пор, пока давление на нижний торец поршня 23 не станет равным давлению на верхний его торец, меньший по площади. Клапан при этом закрывает отверстие в малом поршне.

Давление в выводе I будет меньше давления в выводе II. Это сохранится до тех пор, пока давление в выводе II не достигнет значения, при котором в работу включится большой поршень, увеличивающий усилие, действующее на верхний торец поршня. При дальнейшем повышении давления в выводе II разность давлений в выводах I и II будет уменьшаться, а при достижении заданного уровня давление в выводах I и II сравняется.

Таким образом осуществляется следящее действие. При растормаживании автомобиля давление в выводе I уменьшается, поршни вместе с клапанами перемещаются вверх. Впускной клапан закрывается, а выпускной клапан открывается, и сжатый воздух через вывод III выходит в окружающую среду.

**Регулятор тормозных сил** автоматически регулирует давление сжатого воздуха, подводимого к тормозным камерам задних колес при

торможении в соответствии с действительной осевой нагрузкой.

Установлен регулятор тормозных сил на кронштейне рамы автомобиля.

Рычаг управления регулятором через тягу и упругий элемент с помощью специальной штанги соединен с балкой моста. Регулятор соединен таким образом, что перекосы и перемещения моста во время торможения автомобиля на неровной дороге не отражаются на регулировании тормозных сил. Регулятор установлен в вертикальном положении. Упругий элемент регулятора тормозных сил предохраняет регулятор от повреждений при движении по неровным дорогам.

При торможении автомобиля сжатый воздух подводится к выводу I регулятора и давит на поршень, опуская его вниз. Одновременно по трубке сжатый воздух поступает под поршень, поднимая его вверх и прижимая к толкателю через шаровую тягу. Положение пяты и рычага зависит от осевой нагрузки. Происходит фиксация толкателя. Если поршень опускается, клапан прижимается к толкателю и закрывает в нем отверстие, разобщая вывод II с окружающей средой выводом III, а затем клапан под давлением толкателя отрывается от седла в поршне. Сжатый воздух из вывода I через открывшееся отверстие поступает к выводу II и далее к тормозным камерам задних колес.

Одновременно сжатый воздух поступает в полость A и через мембрану воздействует на поршень снизу. При определенном давлении поршень начинает подниматься до тех пор, пока клапан не сядет на седло поршня, после чего поступление сжатого воздуха к выводу II прекращается. Таким образом происходит следящее действие регулятора.

Активная площадь верхней стороны поршня всегда постоянна, а нижняя меняется из-за изменения положения наклонных ребер движущегося поршня относительно неподвижной вставки. Оно зависит от положения рычага и толкателя, связанного с поршнем через пята. Положение рычага зависит от взаимного расположения балки моста и рамы автомобиля, на

которой закреплен регулятор тормозных сил.

При минимальной нагрузке разность давлений сжатого воздуха в выводах I и II наибольшая, а при максимальной осевой нагрузке давление выравнивается.

При растормаживании автомобиля давление в выводе I падает. Поршень вместе с мембраной перемещается вверх и отрывает клапан от седла толкателя. Сжатый воздух из вывода II выходит в окружающую среду через отверстие в толкателе и вывод III.

При полностью нажатой тормозной педали и давлении в системе 0,65...0,80 МПа на незагруженном автомобиле давление в тормозных камерах должно составлять 0,30...0,35 МПа.

На полностью загруженном автомобиле давление в тормозных камерах должно равняться давлению в тормозной системе.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Опишите назначение, устройство и работу колесного тормозного механизма.
2. Опишите назначение, устройство и работу компрессора.
3. Опишите назначение, устройство и работу предохранителя от замерзания.
4. Опишите назначение, устройство и работу двойного защитного клапана.
5. Опишите назначение, устройство и работу тройного защитного клапана.
6. Опишите назначение, устройство и работу двухсекционного тормозного крана.
7. Опишите назначение, устройство и работу регулятора давления.
8. Опишите назначение, устройство и работу тормозного крана стояночной тормозной системы.
9. Опишите назначение, устройство и работу тормозного крана с кнопочным управлением.

10. Опишите назначение, устройство и работу клапана ограничения давления.
11. Опишите назначение, устройство и работу регулятора тормозных сил.
12. Каким должно быть давление в тормозной системе при полностью нажатой тормозной педали?