



Пневматическая тормозная система — Техническое руководство

Полное и понятное руководство по пневматической тормозной системе грузовых автомобилей — каждый контур и компонент с пояснениями, диагностикой и обслуживанием.

Издание 1 · Грузовой транспорт (грузовик · автобус · прицеп) · vadenoriginal.com

Содержание

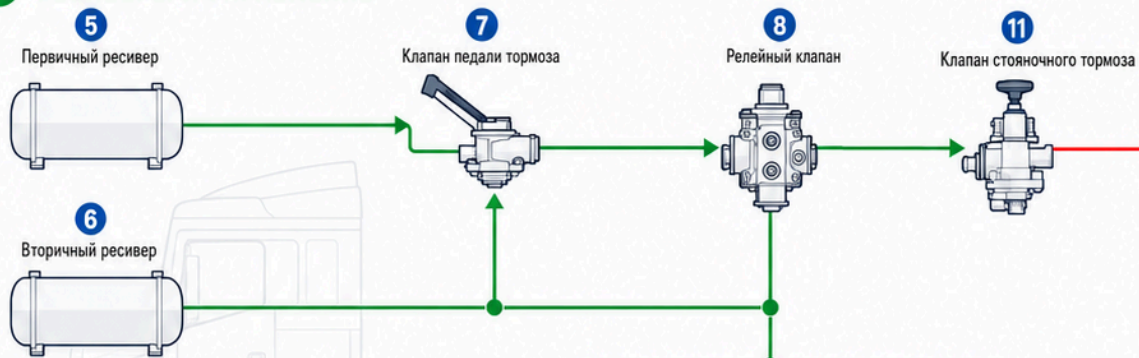
- 1 Введение: как работает пневматическая тормозная система
 - 2 Контур питания (зарядки) пневмосистемы
 - 3 Контур рабочего тормоза (подачи тормозного усилия)
 - 4 Стояночный и аварийный (пружинный) тормоз
 - 5 Регулирование тормозных сил по нагрузке и управление пневмоподвеской
 - 6 Электронное торможение ABS и EBS
 - 7 Тормозной контур прицепа
 - 8 Поиск неисправностей и техническое обслуживание
 - 9 Быстрый справочник компонентов и глоссарий
-

Схема пневматической тормозной системы

1 ПОДАЧА ВОЗДУХА



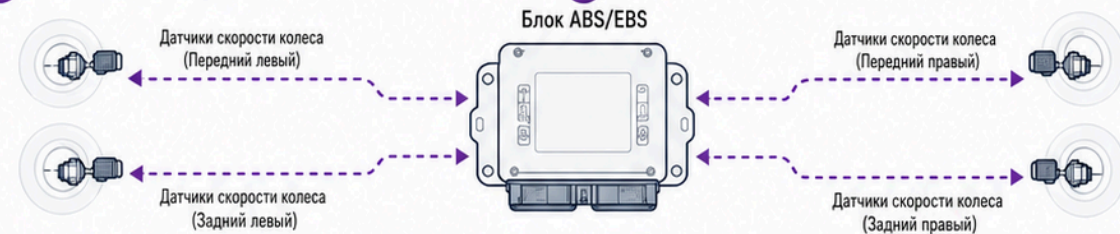
2 РЕСИВЕРЫ И УПРАВЛЕНИЕ



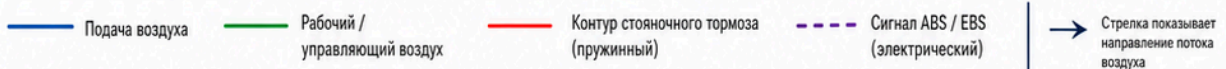
3 ПРИВЕДЕНИЕ ТОРМОЗОВ



4 ЭЛЕКТРОНИКА



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ



Введение: как работает пневматическая тормозная система

Тяжёлые коммерческие автомобили — грузовики, автобусы и прицепы — тормозят не тормозной жидкостью, а сжатым воздухом. Воздух бесплатен, неисчерпаем и не боится ни утечек, ни высоких температур: при небольшой утечке в систему просто подсасывается атмосферный воздух, тогда как утечка в гидравлике означает потерю жидкости и отказ тормоза. Кроме того, сжатый воздух легко передаёт большое усилие на многоосную технику и на прицеп через быстроразъёмные соединения, а его энергию удобно запастись в ресиверах. Именно поэтому пневматический привод стал стандартом для машин большой полной массы.

Принцип отказоустойчивости: пружинный энергоаккумулятор

Ключевая идея пневматического привода — безопасность при отказе. Стояночный и запасной тормоз удерживаются не давлением воздуха, а мощной пружиной внутри тормозной камеры с энергоаккумулятором. В движении сжатый воздух сжимает эту пружину и растормаживает колесо. Если давление падает — из-за утечки, обрыва магистрали или заглушённого двигателя — пружина распрямляется и автоматически прижимает колодки. Таким образом потеря давления не отключает тормоза, а наоборот приводит их в действие, останавливая машину.

Контур питания и контур управления

Систему удобно рассматривать как два разных потока воздуха. Контур питания (наполнения) создаёт и хранит запас: компрессор нагнетает воздух, осушитель удаляет влагу, а защитный клапан распределяет его по ресиверам и отсекает повреждённые ветви. Контур управления (рабочий) расходует этот запас: при нажатии на педаль тормозной кран дозирует давление, а ускорительные клапаны быстро подают его в тормозные камеры. Разделение наполнения и управления позволяет тормозить точно и повторно, не дожидаясь полной подкачки системы.

Двухконтурная схема: основной и вторичный контуры

Рабочий тормоз для надёжности разделён минимум на два независимых контура — основной и вторичный (обычно передняя и задняя оси). Каждый питается от своего ресивера и защищён отдельно. При повреждении одного контура второй сохраняет давление и продолжает тормозить оставшиеся оси, обеспечивая управляемое замедление. Это резервирование дополняется системами ABS, EBS, ALB и электронными блоками ECU, а на пневмоподвеске — ECAS.

Как пользоваться этим руководством

Далее каждый узел рассматривается отдельно: назначение, признаки неисправности и соответствующая категория продукции VADEN ORIGINAL. Приведённая ниже таблица связывает функции системы с товарными категориями.

Функция	Контур	VADEN ORIGINAL category
Производство сжатого воздуха	Питание	Air Compressor
Осушка и очистка воздуха	Питание	Air Dryer
Распределение и защита контуров	Питание	Four-Circuit Protection Valve
Управление торможением от педали	Рабочий	Foot Brake Valve
Ускоренное наполнение и выпуск	Рабочий	Relay Valve
Создание тормозного усилия	Рабочий / стояночный	Spring Brake Chamber

Контур питания (зарядки) пневмосистемы

Контур питания — это «сердце» всей пневматической тормозной системы. Его задача — забрать атмосферный воздух, сжать его, очистить от влаги и масла, а затем накопить в ресиверах под рабочим давлением (как правило, около 8–12,5 бар). Все исполнительные контуры — рабочий тормоз, стояночный тормоз, подвеска ECAS, вспомогательные потребители — получают воздух именно отсюда. Если контур зарядки работает неправильно, давление в системе падает, тормоза срабатывают вяло или блокируются аварийные пружинные энергоаккумуляторы. Ниже рассмотрены основные узлы контура.

Компрессор (с приводом от двигателя)

Компрессор приводится от коленчатого вала двигателя и нагнетает сжатый воздух в систему. Он работает в режиме «включения/выключения»: при падении давления до нижнего порога (давление включения) он начинает нагнетать, при достижении верхнего порога (давление выключения) переходит в холостой режим. **Симптом неисправности:** длительное время набора давления, перегрев, попадание избытка масла в магистраль — признак износа поршневой группы или колец.

Регулятор давления (governor)

Регулятор давления постоянно контролирует давление в ресиверах и управляет циклом нагнетания компрессора, задавая пороги включения и выключения. По сути он «командует» компрессором, когда качать, а когда разгружаться. **Симптом неисправности:** система перекачивает воздух и срабатывает предохранительный клапан (сравливание с шипением) либо, наоборот, давление не достигает нормы.

Разгрузочный клапан (клапан-регулятор нагнетания)

По сигналу от регулятора разгрузочное устройство сбрасывает нагрузку с компрессора, когда достигнуто верхнее давление, чтобы он не нагнетал воздух впустую и не перегревался. Это снижает расход мощности и износ. **Симптом неисправности:** компрессор не разгружается и работает под нагрузкой постоянно, что ведёт к перегреву и повышенному уносу масла, либо не переходит на нагнетание вовремя.

Осушитель воздуха и патрон с влагопоглотителем (adsorbent)

Осушитель удаляет из сжатого воздуха влагу и масляный аэрозоль. Воздух проходит через сменный патрон с гранулированным адсорбентом (влагопоглотителем), который задерживает воду. Периодически осушитель выполняет цикл продувки (регенерации): накопленный конденсат вместе с загрязнениями выбрасывается наружу с характерным резким выхлопом. **Симптом неисправности:** вода в ресиверах, обмерзание клапанов зимой, отсутствие звука продувки — патрон исчерпал ресурс и требует замены.

Обратные (однопроходные) клапаны

Обратные клапаны пропускают воздух только в одном направлении и разделяют контуры между собой. Благодаря им при разгерметизации или падении давления в одном контуре остальные сохраняют запас воздуха — это основа безопасности многоконтурной системы. **Симптом неисправности:** при утечке в одном контуре давление падает и в соседних, тормоза теряют резерв.

Ресиверы: влагоотделительный (мокрый), первичный и вторичный

Осушённый воздух накапливается в ресиверах. Первым в цепи стоит влагоотделительный, или «мокрый», ресивер (конденсатосборник) — он специально принимает первый поток воздуха, чтобы остаточная влага и масло осаждались именно в нём, не доходя до рабочих контуров. Далее воздух распределяется в первичный (контур I) и вторичный (контур II) ресиверы, которые питают отдельные тормозные контуры. Конденсат необходимо регулярно сливать через сливные краны в нижней части баков. **Симптом неисправности:** скопление воды, коррозия изнутри, замерзание клапанов и падение эффективности торможения при непрослитом конденсате.

VADEN ORIGINAL поставяет ключевые компоненты контура питания — компрессоры, осушители воздуха и сменные патроны осушителя, — что позволяет обслуживать этот контур комплектом совместимых деталей.

Узел системы	VADEN ORIGINAL category	Назначение
Компрессор	Air Compressor	Нагнетание сжатого воздуха от привода двигателя
Осушитель воздуха	Air Dryer	Удаление влаги и масла, цикл продувки
Патрон осушителя	Air Dryer Cartridge	Сменный адсорбирующий элемент, поглощение влаги

Контур рабочего тормоза (поддачи тормозного усилия)

Контур рабочего тормоза — это та часть пневматической системы, которая по команде водителя преобразует давление сжатого воздуха из ресиверов в тормозное усилие на колёсах. Путь сигнала прост и логичен: нажатие на педаль открывает тормозной кран, кран подаёт управляющий воздух к ускорительным клапанам, те быстро наполняют тормозные камеры, штоки камер поворачивают регулировочные рычаги и разжимной кулак, а кулак прижимает колодки к барабану. Чем сильнее нажата педаль, тем выше давление и тем больше усилие торможения. При отпуске педали воздух стравливается, и колёса растормаживаются.

Двухсекционный тормозной кран (педальный кран)

Тормозной кран — исполнительный орган педали. Он двухсекционный (двухконтурный): каждая секция управляет отдельным контуром (обычно передняя и задняя оси), что обеспечивает резервирование — при отказе одного контура второй сохраняет торможение. Кран работает пропорционально: величина выходного давления соответствует ходу педали, давая водителю чёткую дозировку усилия. От крана управляющий сигнал идёт к ускорительным клапанам и модуляторам ABS/EBS.

Ускорительные клапаны (relay valves)

Длинные магистрали до задней оси создают задержку срабатывания. Ускорительный клапан устраняет её: он получает от крана лишь слабый управляющий сигнал, а сам питается напрямую от ближнего ресивера и быстро наполняет тормозные камеры воздухом большого расхода. Так сокращается время срабатывания и растормаживания, а торможение осей становится согласованным.

Клапаны быстрого растормаживания (quick release valves)

Клапан быстрого растормаживания устанавливается рядом с камерами передней оси. При отпуске педали он сбрасывает воздух из камер в атмосферу по кратчайшему пути, не гоняя его обратно через кран. Это ускоряет отпускание колодок, снижает их нагрев и остаточное подтормаживание.

Тормозные камеры рабочего тормоза

Тормозная камера преобразует давление воздуха в механическое усилие на штоке. Внутри корпуса находится диафрагма (мембрана); поступающий воздух давит на неё, и она через опорный диск выдвигает шток. Усилие пропорционально давлению и рабочей площади мембраны. Камеры маркируются по типоразмеру (например, Type 20, Type 24), что определяет их усилие и ход штока.

Автоматические регулировочные рычаги (трещотки)

Шток камеры соединён с регулировочным рычагом, надетым на вал разжимного кулака. Рычаг работает как плечо: он умножает линейное усилие штока в крутящий момент на кулаке. По мере износа колодок зазор растёт, и автоматический рычаг сам подбирает его, сохраняя постоянный свободный ход (free-stroke) штока. Правильный свободный ход критичен: слишком большой удлиняет тормозной путь, слишком малый ведёт к перегреву и подтормаживанию.

Разжимной кулак (S-сам), барабан и колодки

В барабанном механизме вал рычага вращает разжимной кулак S-образной формы. Поворачиваясь, кулак разводит две тормозные колодки, прижимая их накладку к внутренней поверхности вращающегося барабана. Возникающее трение замедляет колесо. Возвратные пружины отводят колодки при растормаживании. Конструкция проста, надёжна и ремонтпригодна, что делает её массовой на грузовиках и прицепах.

Альтернатива — дисковый тормоз (пневматический суппорт)

Вместо барабана всё чаще применяют пневматический дисковый тормоз. Здесь та же тормозная камера через суппорт с механизмом усиления сводит колодки на вращающийся диск. Дисковые тормоза дают меньшее время срабатывания, лучший теплоотвод, стабильность при повторных торможениях и равномерный износ; они хорошо сочетаются с EBS.

Компоненты этого контура — тормозные камеры, тормозные краны, ускорительные клапаны, клапаны быстрого растормаживания и регулировочные рычаги — входят в производственную программу **VADEN ORIGINAL**.

Узел системы	Функция в контуре	VADEN ORIGINAL category
Двухсекционный тормозной кран	Дозирует управляющий воздух по нажатию педали	Foot Brake Valve
Ускорительный клапан	Быстрое наполнение камер задней оси	Relay Valve
Клапан быстрого растормаживания	Ускоренный сброс воздуха при отпуске	Quick Release Valve
Тормозная камера	Преобразует давление в усилие на штоке	Brake Chamber
Регулировочный рычаг	Умножает усилие, держит свободный ход	Slack Adjuster

Стояночный и аварийный (пружинный) тормоз

Стояночная и аварийная тормозные системы грузовика, автобуса и прицепа работают на пружинных энергоаккумуляторах. В отличие от рабочей тормозной камеры, где усилие создаёт подаваемый воздух, здесь тормоз замыкает мощная силовая пружина, а сжатый воздух её лишь удерживает в отведённом (расторможенном) положении. Пока в контуре есть номинальное давление, пружина сжата и колёса свободны; при выпуске воздуха пружина распрямляется и прижимает колодки.

Принцип «на безопасность» (fail-safe)

Такая схема отказоустойчива по определению: любое падение давления — при постановке на стоянку, при отказе компрессора, при разрыве магистрали — автоматически приводит к затормаживанию. Именно на этом основано аварийное и противоугонное («breakaway») действие: при обрыве прицепа или критической потере воздуха энергоаккумуляторы срабатывают без участия водителя и удерживают транспортное средство.

Защита от суммирования усилий (anti-compounding)

В комбинированной камере рабочая и пружинная секции разделены. Если одновременно нажать педаль рабочего тормоза и отпустить воздух из энергоаккумулятора, усилия пружины и мембраны могут сложиться и перегрузить тормозной механизм и разжимной кулак. Чтобы этого не происходило, в контур встраивают защиту от суммирования (anti-compounding) — двухмагистральный клапан, который подаёт в пружинную секцию наибольшее из давлений и исключает сложение сил.

Клапан стояночного тормоза (инверсионный клапан)

Управление энергоаккумуляторами ведёт кран ручного тормоза через инверсионный (park-release) клапан. Он «инвертирует» логику: при подаче управляющего сигнала выпускает воздух и замыкает пружины, а для растормаживания вновь наполняет секцию. Клапан также обеспечивает плавное растормаживание и повторное срабатывание аварийного контура.

Безопасное механическое растормаживание (стягивание пружины)

Перед снятием или обслуживанием камеры пружину необходимо механически стянуть. Для этого предусмотрен болт растормаживания: его вставляют в шток, фиксируют и равномерно затягивают ключом, сжимая пружину и освобождая тормозной механизм. Работать следует только штатным инструментом и строго по инструкции изготовителя камеры.

Предупреждение по безопасности: силовая пружина энергоаккумулятора накапливает огромную энергию. Запрещается разбирать, резать или сваривать корпус пружинной секции — это смертельно опасно. Перед работой затормозите колёса упорами, стравите давление из контура и механически стяните пружину. Ремонт выполняйте только обученным персоналом.

Справочная таблица компонентов

VADEN ORIGINAL category	Назначение
Spring Brake Chamber	Пружинный энергоаккумулятор: замыкает стояночный/аварийный тормоз при падении давления
Combined Brake Chamber	Комбинированная камера: рабочая мембранная секция + пружинная секция в одном корпусе
Hand Brake Valve	Кран ручного (стояночного) тормоза для управления энергоаккумуляторами
Park Release / Inversion Valve	Инверсионный клапан наполнения и выпуска пружинной секции, растормаживание
Double Check Valve	Защита от суммирования усилий (anti-compounding), выбор наибольшего давления
Relay Valve	Ускоряет наполнение и выпуск камер, сокращает время срабатывания
Trailer Control Valve	Управляет тормозами прицепа и аварийным срабатыванием при обрыве магистрали

Регулирование тормозных сил по нагрузке и управление пневмоподвеской

Тормозное усилие, которое требуется мосту, напрямую зависит от того, сколько груза он несёт в данный момент. Порожний тягач с полуприцепом и полностью гружёный автопоезд имеют совершенно разную осевую нагрузку, и подавать на оба одинаковое тормозное давление недопустимо: порожняя ось при этом мгновенно уходит в блокировку. Именно поэтому в пневматической тормозной системе тяжёлого коммерческого транспорта применяется регулирование тормозных сил по нагрузке — оно дозирует давление в тормозных камерах пропорционально фактической загрузке моста.

Регулятор тормозных сил (ALB)

Автоматический регулятор тормозных сил в зависимости от нагрузки (ALB, automatic load-dependent braking) непрерывно отслеживает нагрузку на мост и соответственно ограничивает управляющее давление, идущее к тормозным камерам. На автомобилях с рессорной подвеской он связан с мостом механической тягой и измеряет прогиб; на автомобилях с пневмоподвеской в качестве сигнала нагрузки используется давление в пневморессорах. Чем тяжелее мост, тем большее давление регулятор пропускает к тормозам; на порожнем автомобиле давление, наоборот, срезается.

- Порожний мост получает пониженное тормозное давление — колёса не блокируются.
- Гружёный мост получает полное давление — обеспечивается расчётный тормозной путь.
- Промежуточная загрузка регулируется плавно по характеристике клапана.

Клапан регулирования уровня и ECAS

Для корректной работы всей системы пневмоподвеска должна удерживать заданную высоту кузова независимо от загрузки. За это отвечает клапан регулирования уровня (levelling valve): он выпускает воздух в пневморессоры при загрузке и стравливает его при разгрузке, поддерживая постоянный дорожный просвет. В современных машинах эту задачу решает электронное управление пневмоподвеской ECAS — электронная система с датчиками высоты и ECU, которая точнее держит уровень, позволяет менять высоту пола (например, для рампы или парома) и передаёт данные о нагрузке в EBS. В комбинации с ABS и EBS такое регулирование по нагрузке — часть общей логики распределения тормозных сил.

Почему это важно

Регулирование давления по нагрузке напрямую влияет на устойчивость и износ. Оно предотвращает раннюю блокировку колёс порожней оси, снижает риск заноса и складывания автопоезда, выравнивает распределение усилий между мостами и обеспечивает равномерный, предсказуемый износ тормозных накладок и шин. Неисправный или неверно настроенный регулятор ведёт к перетормаживанию одних осей и недотормаживанию других.

VADEN ORIGINAL поставляет регуляторы тормозных сил и клапаны регулирования уровня для основных платформ тяжёлого коммерческого транспорта.

VADEN ORIGINAL category	Функция в системе
Load Sensing Valve (ALB)	Дозирует тормозное давление пропорционально осевой нагрузке
Levelling Valve	Поддерживает заданную высоту кузова, управляя давлением в пневморессорах

Электронное торможение ABS и EBS

Антиблокировочная система тормозов ABS не позволяет колёсам грузового автомобиля, автобуса или прицепа блокироваться при интенсивном или экстренном торможении. Благодаря этому сохраняется управляемость, сокращается тормозной путь на скользком покрытии и исключается «складывание» автопоезда. В основе системы лежит непрерывный контроль частоты вращения каждого колеса и оперативное регулирование давления в тормозных камерах.

Датчики частоты вращения колёс

На каждой ступице установлено зубчатое импульсное кольцо (ротор ABS, exciter ring), вращающееся вместе с колесом. Индуктивный датчик частоты вращения считывает прохождение зубьев и формирует переменный электрический сигнал, частота которого пропорциональна скорости колеса. По зазору и амплитуде сигнала блок управления оценивает исправность цепи, а по разнице скоростей отдельных колёс определяет момент начала блокировки.

Модулятор ABS и логика ECU

Электронный блок управления (ECU) сравнивает сигналы всех датчиков и, обнаружив резкое замедление колеса, подаёт команды на клапан-модулятор ABS соответствующего контура.

Модулятор обрабатывает три состояния давления:

- **Сброс давления** — колесо близко к блокировке, давление в тормозной камере снижается;
- **Удержание давления** — уровень фиксируется, колесо восстанавливает скорость;
- **Повторное нарастание давления** — тормозное усилие вновь плавно повышается.

Этот цикл повторяется несколько раз в секунду, удерживая колесо на границе оптимального сцепления. При обнаружении неисправности датчика, проводки или модулятора ECU отключает функцию регулирования и включает на панели контрольную лампу ABS, предупреждая водителя; при этом обычное пневматическое торможение сохраняется.

Электронная тормозная система EBS

EBS — это следующая ступень развития, работающая по принципу «электронного управления тормозами» (brake-by-wire). Педаль тормоза формирует не пневматический, а электрический сигнал запроса, который ECU передаёт непосредственно на модуляторы осей. Пневматический контур сохраняется как резервный. Электрическое управление обеспечивает существенно более быструю реакцию, точную дозировку усилия и равномерное распределение давления между осями тягача и прицепа.

EBS объединяет в единую архитектуру ABS, противобуксовочную систему ASR и функции курсовой устойчивости, а также электронное распределение тормозных сил и поддержку износа накладок. Ключевые отличия EBS от «чистой» ABS:

- ABS лишь предотвращает блокировку колёс, тогда как EBS активно управляет всем процессом торможения;
- сигнал управления передаётся электрически, а не по пневмолинии, что заметно сокращает время срабатывания;

- EBS интегрирована с ASR и системой стабилизации и обеспечивает согласованное торможение автопоезда.

Компоненты ABS и EBS от VADEN ORIGINAL

VADEN ORIGINAL предоставляет модуляторы и датчики для систем ABS и EBS, соответствующие требованиям производителей коммерческой техники по быстродействию и надёжности.

VADEN ORIGINAL category	Функция в системе
ABS Modulator Valve	Регулирование давления по циклу «сброс / удержание / нарастание»
EBS Modulator	Электронное управление тормозным давлением по осям (brake-by-wire)
Wheel Speed Sensor	Считывание частоты вращения колеса с зубчатого ротора ABS
ABS / EBS Sensor Ring	Импульсное кольцо (exciter ring) для формирования сигнала скорости

Тормозной контур прицепа

На автопоезде тормозное усилие должно передаваться от тягача к прицепу или полуприцепу быстро, синхронно и абсолютно надёжно. За эту передачу отвечает отдельный тормозной контур прицепа, который связывает пневмосистему тягача с автономной тормозной системой прицепа через две магистрали и набор управляющих аппаратов. Правильная работа этого контура — обязательное условие безопасности всего состава.

Клапан защиты тягача и соединительные головки

Ключевым аппаратом на стороне тягача является клапан защиты тягача (tractor protection valve). Он отделяет пневмосистему тягача от магистралей прицепа и при падении давления автоматически перекрывает подачу, сохраняя запас воздуха в контурах самого тягача. Соединение с прицепом выполняется двумя соединительными головками («пальмами»):

- **Красная головка** — питающая (аварийная) магистраль. По ней сжатый воздух постоянно заполняет ресиверы прицепа. Именно давление в этой линии удерживает прицеп в расторможенном состоянии.
- **Жёлтая головка** — управляющая (тормозная) магистраль. По ней передаётся управляющий сигнал давления, задающий силу торможения прицепа пропорционально нажатию педали.

Управление и исполнительные аппараты прицепа

Управляющий сигнал в жёлтую магистраль формируется от основного тормозного крана, а также может подаваться отдельным ручным тормозным краном прицепа (trailer control valve) — рычагом в кабине, позволяющим притормаживать только прицеп, например для стабилизации состава. На прицепе управляющее давление поступает на ускорительный клапан (relay valve), который является «усилителем»: он не пропускает воздух через всю магистраль, а быстро наполняет тормозные камеры сжатым воздухом из собственных ресиверов прицепа. Благодаря этому сокращается время срабатывания и обеспечивается синхронность с тормозами тягача.

Автономная часть прицепа включает воздушные ресиверы, ускорительный клапан и тормозные камеры на каждой оси. Ресиверы постоянно подпитываются по красной линии, поэтому запас воздуха для торможения всегда имеется на борту прицепа.

Поведение при обрыве и аварийное торможение

Контур прицепа спроектирован по принципу отказобезопасности. Если прицеп отрывается (breakaway) или питающая магистраль повреждается, давление в красной линии резко падает. Ускорительный клапан воспринимает это падение как команду на экстренное торможение и подаёт воздух из ресиверов прицепа в тормозные камеры — прицеп автоматически затормаживается и удерживается на месте, даже будучи отсоединённым от тягача. Со стороны тягача клапан защиты тягача одновременно перекрывает магистрали, защищая его собственный запас воздуха.

Аппарат контура	Функция	Категория VADEN ORIGINAL
Клапан защиты тягача	Отделяет пневмосистему тягача, перекрывает магистраль при падении давления	Tractor Protection Valve
Соединительные головки (красная/жёлтая)	Стыковка питающей и управляющей магистралей	Gladhand Coupling Head
Ручной тормозной кран прицепа	Раздельное управление тормозами прицепа	Trailer Control Valve
Ускорительный клапан	Быстрое наполнение тормозных камер из ресиверов прицепа	Relay Valve
Тормозная камера	Преобразует давление воздуха в усилие на тормозном механизме	Brake Chamber

Поиск неисправностей и техническое обслуживание

Пневматическая тормозная система коммерческого автомобиля исправна лишь тогда, когда воздух подаётся быстро, остаётся сухим и удерживается без утечек, а исполнительные механизмы срабатывают и полностью растормаживаются. Приведённая ниже таблица помогает по внешнему признаку определить наиболее вероятную причину и порядок проверки. Работы, связанные с разгерметизацией контуров, выполняйте только после полного сброса давления в ресиверах.

Симптом	Вероятная причина	Проверка и устранение
Медленный набор давления воздуха	Износ или загрязнение компрессора, засорение осушителя, утечки в магистралях, неисправный регулятор давления	Замерьте время набора давления по манометру и сравните с нормой. Проверьте подачу Compressor, состояние картриджа Air Dryer и настройку Governor / Unloader Valve. При необходимости замените изношенные узлы VADEN ORIGINAL.
Избыток влаги/вода в ресиверах	Отработавший ресурс патрон осушителя, неисправный клапан регенерации, перегрев осушителя	Слейте конденсат, проверьте работу Air Dryer и целостность нагревательного элемента. Замените картридж осушителя. Убедитесь, что цикл регенерации срабатывает при разгрузке компрессора.
Тормоза подклинивают или не растормаживаются	Заедание штока тормозной камеры, залипание релейного или ускорительного клапана, замёрзший конденсат, ослабленный возврат пружины	Проверьте свободный ход и возврат Brake Chamber, работу Relay Valve и Quick Release Valve. Устраните влагу, при заедании замените неисправный клапан или камеру VADEN ORIGINAL.
Слышимая утечка воздуха	Негерметичные соединения, повреждённые трубки/шланги, изношенные уплотнения клапанов или тормозных камер	Локализируйте утечку на слух и мыльным раствором при заторможенной и расторможенной системе. Подтяните или замените фитинги и трубки, при травлении через клапан замените соответствующий узел VADEN ORIGINAL.
Контрольная лампа ABS не гаснет	Загрязнён или повреждён датчик частоты вращения, увеличен зазор до ротора, обрыв в проводке, ошибка в ECU	Считайте коды неисправностей блока ABS/EBS. Проверьте ABS Sensor, зазор до зубчатого ротора и целостность жгута. Очистите или замените датчик; сбросьте ошибки после устранения причины.
Срабатывает сигнализатор аварийного давления / зуммер	Низкое давление в контуре, утечка, неисправный датчик давления, недостаточная производительность компрессора	Проверьте давление в каждом контуре по манометру. Найдите и устраните утечку, проверьте датчик и Compressor. Убедитесь, что защитный клапан контуров сохраняет исправные ветви при падении давления в повреждённой.
Неравномерное торможение или увод при торможении	Разный ход тормозных камер, нарушенная регулировка рычагов, замасленные накладки, неисправный регулятор тормозных сил или клапан ALB	Сравните ход штоков Brake Chamber на осях, проверьте регулировку Slack Adjuster и настройку ALB. Осмотрите накладки и барабаны, при замасливании или неравномерном износе замените фрикционные элементы VADEN ORIGINAL.

Периодичность обслуживания

- Ежедневно (или в конце смены) сливать конденсат из ресиверов до появления чистого воздуха, обращая внимание на количество влаги как признак состояния осушителя.

- Периодически заменять картридж осушителя воздуха (Air Dryer) согласно регламенту и по факту накопления влаги в системе.
- Проверять свободный ход рычагов регулировки зазора (Slack Adjuster) и работу автоматической регулировки, при необходимости восстанавливать нормативный зазор.
- Контролировать ход штока тормозных камер (Brake Chamber) на всех осях и следить за его равномерностью в пределах допустимых значений.
- Осматривать тормозные накладки и барабаны (при дисковых механизмах — колодки и диски) на износ, трещины, замасливание и перегрев, заменяя изношенные элементы комплектно по осям.

Регулярное соблюдение этих интервалов сохраняет быстрый набор давления, сухой воздух в контурах и стабильное, равномерное торможение, продлевая ресурс узлов VADEN ORIGINAL и обеспечивая безопасность тяжёлого коммерческого транспорта.

Быстрый справочник компонентов и глоссарий

В таблице ниже сведены основные узлы пневматической тормозной системы грузового автомобиля, автобуса и прицепа: назначение каждого элемента приведено в одну строку, а в правом столбце указана соответствующая товарная категория VADEN ORIGINAL. Таблица служит навигацией по каталогу и помогает подобрать нужный узел по его функции.

Компонент	Назначение	Категория VADEN ORIGINAL
Воздушный компрессор	Нагнетает сжатый воздух и питает всю пневмосистему	Air Compressor
Регулятор давления	Поддерживает рабочее давление в заданном диапазоне	Governor
Осушитель воздуха / картридж	Удаляет влагу и масло из сжатого воздуха	Air Dryer & Cartridge
Разгрузочный клапан	Разгружает компрессор по достижении верхнего давления	Unloader Valve
Ускорительный клапан	Ускоряет наполнение и выпуск воздуха из камер	Relay Valve
Клапан быстрого растормаживания	Быстро сбрасывает воздух для мгновенного отпуска тормоза	Quick Release Valve
Тормозная камера	Преобразует давление воздуха в усилие на тормозе	Brake Chamber
Пружинный энергоаккумулятор	Обеспечивает стояночное и аварийное торможение пружиной	Spring Brake Chamber
Регулятор тормозных рычагов (трещотка)	Компенсирует износ колодок, поддерживая зазор	Slack Adjuster
Регулятор тормозных сил (ALB)	Дозирует тормозное усилие по нагрузке на ось	Load Sensing Valve (ALB)
Клапан регулировки уровня	Поддерживает высоту пневмоподвески относительно оси	Levelling Valve
Модулятор ABS/EBS	Управляет давлением в контуре по сигналу ECU	ABS/EBS Modulator
Моторный тормоз (заслонка выпуска)	Замедляет автомобиль противодавлением выпускных газов	Exhaust Brake
Пневмоусилитель сцепления	Снижает усилие на педали при выключении сцепления	Clutch Servo

Глоссарий

- **Cut-in / cut-out** — давление включения и выключения: нижний порог, при котором регулятор давления снова направляет воздух в ресиверы, и верхний порог, при котором компрессор переводится на разгрузку.
- **Wet tank («мокрый» ресивер)** — первичный ресивер сразу после компрессора и осушителя, в котором осаждается остаточный конденсат и масло, прежде чем воздух поступает в рабочие контуры.
- **S-cam (S-образный разжимной кулак)** — кулак в форме буквы S в барабанном механизме; при повороте раздвигает колодки и прижимает их к барабану.
- **Gladhand (соединительная головка)** — быстроразъёмная головка пневмомагистрали между тягачом и прицепом для питающей и управляющей линий.
- **Anti-compounding (защита от сложения усилий)** — схема, не допускающая суммирования усилий рабочего тормоза и пружинного энергоаккумулятора, что предохраняет механизм от перегрузки.
- **Free-stroke (свободный ход)** — начальный ход штока тормозной камеры до момента прижатия колодок; его величина отражает состояние регулировки зазора.
- **ALB** — автоматический регулятор тормозных сил, изменяющий давление в тормозах в зависимости от фактической нагрузки на ось (Automatic Load-dependent Braking).
- **Fail-safe (безопасный отказ)** — принцип, при котором падение давления в системе приводит к затормаживанию: пружина энергоаккумулятора удерживает автомобиль при потере воздуха.