



ТЕХНИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО

Тормозная камера: неисправности, замена и обслуживание

Постоянный расход воздуха, слабое торможение или увеличенный ход штока — признаки износа тормозной камеры грузовика и как правильно измерить применённый ход.

Скачать это руководство в PDF

Тормозная камера (пневмокамера) — это исполнительный механизм (актуатор), составляющий сердце пневмотормозной системы тяжёлых грузовых автомобилей: она преобразует накопленное давление воздуха в механическую толкающую силу, фактически применяющую тормоз. На тягачах, грузовиках и автобусах сила, вырабатываемая одной камерой, достигает сотен килограммов; поэтому ошибки как в подборе, так и в монтаже и обслуживании напрямую влияют на тормозной путь и безопасность движения. Это руководство на экспертном уровне рассматривает работу камеры, диагностику неисправностей, безопасную замену и контрольные значения — в соответствии с сервисной практикой тяжёлой дизельной техники и действующими тормозными нормами, такими как FMVSS 393.47 и ECE R13.

Резюме (беглый взгляд): тормозная камера преобразует давление воздуха в силу штока. Есть два основных типа: рабочая (применяет тормоз при нажатии на педаль) и пружинная/стояночная (применяет пружину при потере воздуха — fail-safe). Самые частые неисправности — разрыв диафрагмы (постоянная утечка воздуха) и чрезмерный ход (падение тормозного усилия). Прежде чем снимать пружинную камеру, **обязательно застопорьте её (caging)** — пропуск этого шага смертельно опасен. Применённый ход всегда измеряется при заглушённом двигателе и давлении в ресивере 90–100 psi (≈6,2–6,9 бар); камеру следует отправлять в сервис до того, как ход достигнет предела регулировки FMVSS 393.47 (на практике ~на 6 мм раньше), в зависимости от типа.

Что такое тормозная камера (пневмокамера)? Назначение и принцип работы

Тормозная камера — это полностью пневматический преобразователь силы, который через диафрагму передаёт давление воздуха на толкающий шток (push rod) и приводит в движение регулировочный рычаг тормоза (механизм S-кулачка или дискового суппорта). Она не электронная; силу вырабатывает только из соотношения давление × эффективная площадь диафрагмы. На тяжёлой технике применяются два основных типа:

- **Рабочая (служебная) камера:** вступает в работу, когда водитель нажимает на педаль тормоза. Давление воздуха толкает диафрагму, выдвигая шток наружу, тормоз применяется; при сбросе давления возвратная пружина втягивает шток обратно. Камеры только этого типа обычно устанавливаются на передних осях.
- **Пружинная / стояночная (spring brake) камера:** это тип со второй полостью, добавленной за рабочей камерой и содержащей мощную силовую пружину. Стандарт на задних осях и тягачах. Здесь логика обратная: пока в системе есть воздух, пружина сжата давлением воздуха и удержана (тормоз отпущен), а при потере воздуха пружина разжимается и механически применяет тормоз. Благодаря этой *fail-safe* конструкции при потере воздуха автомобиль не остаётся без тормозов — наоборот, автоматически срабатывает стояночный/аварийный тормоз.

Внутреннее устройство камеры (в разрезе): какая деталь что делает?

Представьте комбинированную (рабочая + пружинная) камеру в разрезе от передней стороны к задней; основные компоненты, облегчающие поиск неисправности в поле, таковы:

- 1 **Толкающий шток и вилка (yoke):** внешний элемент, передающий силу на регулировочный рычаг тормоза; защищён пыльником (чехлом штока/корпуса).
- 2 **Рабочая диафрагма:** эластичная мембрана, толкаемая давлением из рабочего воздушного порта. При разрыве возникают постоянная утечка воздуха и потеря силы.
- 3 **Возвратная пружина:** при сбросе давления втягивает рабочий шток назад; при ослаблении вызывает подтормаживание.
- 4 **Разделительная (средняя) пластина и хомут:** корпус, разделяющий рабочую и пружинную полости; кольцо хомута, удерживающее два корпуса, — самое частое место утечки прокладки.
- 5 **Силовая (стояночная) пружина:** главная высоконапряжённая пружина в пружинной камере. Перед демонтажом её обязательно стопорят.
- 6 **Пружинная диафрагма/поршень и гнездо стопорного болта:** мембрана, удерживающая стояночное давление, и зона посадки болта, служащего для механического удержания пружины назад.

Камеры типоразмеряются по ходу (kursy) толкающего штока. Распространённые номера «Типа» выражают **приблизительную (номинальную) эффективную площадь диафрагмы в квадратных дюймах**; это конструктивный ориентир, а не точное значение площади. Наиболее используемые — **Тип 20, Тип 24, Тип 30** (встречаются также Тип 16 и Тип 36). Большой номер Типа означает при том же давлении примерно более высокое тормозное усилие. Кроме того, есть варианты стандартного хода и длинного хода (long-stroke / «LS»); камеры длинного хода дают более широкое окно регулировки по мере износа колодок, а воздушный порт со стороны пружины имеет квадратное сечение (у стандартного — круглое).

На кольце хомута и корпусе камеры выбиты номер типа и тип хода. При выборе запчасти номер типа, тип хода (стандартный/LS), длина толкающего штока и монтажный фланец (межцентровое расстояние двух шпилек) должны совпадать один в один; одного лишь «похожего вида» недостаточно.

Признаки неисправностей и диагностика

Неисправности камеры чаще всего приходят с двух сторон: **утечка воздуха** (диафрагма/хомут/порт) и **механическое ослабление** (усталость пружины, залипание штока, неправильный ход). Правильное прочтение признака предотвращает лишнюю замену деталей и ошибочную диагностику.

Признак 1: постоянный расход воздуха и неостанавливающийся компрессор

Шипение из зоны камеры и быстрое падение давления воздуха при удержании педали нажатой на холостом ходу двигателя (или при отпущенном стояночном тормозе) — обычно разрыв диафрагмы или утечка прокладки хомута. Мыльной водой тестируют хомут и воздушные порты, ища пузыри.

Признак 2: слабое или запаздывающее торможение

Частично пробитая диафрагма пропускает часть давления, поэтому толкающий шток не может выработать полную силу; автомобиль «поздно схватывает тормоз» или одна ось держит слабо. Даже не оборвавшись полностью, диафрагма создаёт разбаланс тормозов (увод автомобиля в сторону).

Признак 3: стояночный тормоз не растормаживается или остаётся заблокированным

Если в пружинной камере внутренняя пружина сломана, корродирована или проход воздуха засорён, стояночный тормоз не открывается, несмотря на наличие воздуха в системе. Наоборот, при разрушении удерживающей пружину конструкции может возникнуть нежелательное применение тормоза (подтормаживание, нагрев) во время движения.

Признак 4: увеличение хода толкающего штока

Износ колодок, неисправность регулировочного рычага (автоматического регулятора) или ослабление пружины приводят к тому, что толкающий шток при каждом торможении выходит наружу больше нормы. Чрезмерный ход означает падение тормозного усилия и является самым часто фиксируемым несоответствием при придорожных проверках.

Признак 5: видимые снаружи повреждения и коррозия

Ржавчина на корпусе, разрыв пыльника штока (чехла), попадание грязи/воды и замерзание быстро выводят из строя внутреннюю диафрагму и пружину. При визуальном осмотре трещина пыльника камеры — раннее предупреждение.

При отклонениях хода оценивают не только камеру, но и механизм, передающий её движение; работа этого узла описана в статье о [рычаге регулировки тормозов](#).

Таблица 1 — Матрица «Признак / Возможная причина / Проверка»:

Признак	Возможная причина	Проверка / подтверждение
Постоянное шипение при нажатом тормозе, падение давления	Разрыв диафрагмы, утечка прокладки хомута	Мыльную воду на хомут и порты; наблюдайте за образованием пузырей
Слабое / несбалансированное торможение, автомобиль уводит в сторону	Частичное пробитие диафрагмы, потеря силы на одной оси	Сравнение хода и давления по оси; контакт колодки
Стояночный тормоз не открывается / заблокирован	Излом пружины в пружинной камере, коррозия, засор воздушного канала	Проверьте давление питания; расстопорите ручную стопорным болтом
Тормоз схватывает поздно, запоздалая реакция	Усталость пружины, залипание штока, ограничение воздушной линии	Тайминг применения-сброса; свободный ход штока
Толкающий шток выходит больше нормы	Износ колодок, неисправность регулятора, ослабление пружины	Измерьте применённый ход при 90–100 psi; сравните с пределом типа
Трещины на корпусе/пыльнике штока, ржавчина, замерзание воды	Разрыв пыльника, наружная коррозия, внутреннее намокание	Визуальный осмотр; целостность пыльника штока и корпуса
Подтормаживание, перегрев барабана/диска	Слабая возвратная пружина, шток не возвращается, стояночный тормоз частично применён	При сбросе наблюдайте полный возврат штока

Как правильно измерить применённый ход?

Измерение хода (курса) — самый критичный шаг диагностики и выполняется так:

- 1 **Задайте условия:** двигатель заглушён, стояночный тормоз отпущен, давление в ресивере в диапазоне **90–100 psi (≈6,2–6,9 бар)**. Поскольку при давлении вне этого диапазона вырабатываемая диафрагмой сила и измеряемый ход изменяются, показания, снятые при разных давлениях, несопоставимы; поэтому каждое измерение должно выполняться в одном и том же окне давления.
- 2 **Отметьте свободное положение:** при полностью отпущенном тормозе отметьте точку выхода штока из корпуса камеры относительно неподвижной опоры для стальной линейки/ штангенциркуля (несмываемым маркером или меловой засечкой). Выбор неподвижной опорной точки относительно корпуса, а не на самом штоке, снижает погрешность отсчёта.
- 3 **Примените полный тормоз:** пусть второй человек полностью нажмёт педаль (или полностью подаст рабочую линию). Снова отметьте крайнее наружное (полностью выдвинутое) положение штока.
- 4 **Измерьте разницу:** измерьте расстояние между двумя метками стальной линейкой, штангенциркулем или изготовленным для этого указателем хода (stroke indicator/ размеченным шаблоном). Это значение и есть «применённый ход».
- 5 **Сравните с пределом:** сравните найденное значение с пределом регулировки FMVSS 393.47 для типа и типа хода данной камеры (таблица ниже).

Стандарты и дополнительные материалы

Эта тема регулируется требованиями к оснащению грузовых автомобилей с пневматической тормозной системой. В США федеральный стандарт пневматических тормозов **FMVSS 121 (49 CFR 571.121)** определяет ресиверы, защиту и временные параметры, которые должна обеспечивать соответствующая система, а Европа применяет эквивалентные пределы Правил ЕЭК ООН (UNECE) № 13. Подробнее см. иллюстрированный справочник на airbrakecompressor.com. Всегда сверяйте конкретные значения с действующим нормативом и сервисными данными изготовителя.

В странах Евразийского экономического союза действует технический регламент Таможенного союза **ТР ТС 018/2011 «О безопасности колёсных транспортных средств»**, устанавливающий требования к тормозным системам. На Украине этот регламент не применяется: там действует **постановление Кабинета Министров Украины № 137 от 30.01.2012** об обязательном техническом контроле.

Этапы замены / установки

Прежде чем снимать пружинную (стояночную) камеру, внутреннюю пружину **ОБЯЗАТЕЛЬНО** нужно застопорить (caging). Незастопоренная пружинная камера может разрядить высоконапряжённую внутреннюю пружину со взрывной силой и привести к смертельной/тяжёлой травме. Стопорный болт всегда вращайте ручным инструментом, никогда не используйте пневмогайковёрт.

- 1 **Обеспечьте безопасность автомобиля:** остановите на ровной площадке, заглушите двигатель, подложите противооткатные упоры с обеих сторон колёс. Прежде чем стравливать воздух из ресивера, убедитесь, что стояночный тормоз физически удерживает автомобиль.

- 2 Застопорьте пружинную камеру:** стопорным болтом и головкой отведите внутреннюю пружину назад ручной трещоткой (не пневмо-), проворачивая, пока пружина полностью не сожмётся. Этот шаг обнуляет механическую силу, действующую на шток, и делает демонтаж безопасным.
- 3 Стравите воздух из системы:** сбросьте давление воздуха соответствующего контура. Промаркируйте и отсоедините идущие к камере рабочую и стояночную воздушные линии; проверьте прокладки и штуцеры.
- 4 Разъедините соединения:** извлеките соединительный палец штока к регулировочному рычагу (вилке / yoke). Отверните две шпильчные гайки, крепящие камеру к кронштейну тормоза (bracket), и снимите камеру.
- 5 Подготовьте монтажную поверхность:** очистите монтажный фланец, шпильки и кронштейн тормоза; удалите коррозию, заусенцы и остатки старой прокладки. При повреждённой шпильке замените её.
- 6 Правильно сориентируйте новую камеру:** расположите под углом, соответствующим геометрии линий воздушных портов и соосности штока с регулировочным рычагом. Толкающий шток следует настроить так, чтобы он прикладывал силу к регулировочному рычагу как можно перпендикулярнее (около 90°); при нарушенном угле возникают и потеря силы, и боковой износ.
- 7 Зафиксируйте и затяните:** используйте крепёж, поставляемый с новой камерой. Доведите шпильчные гайки до значения производителя (в типовом тяжёлом дизельном применении порядка ≈195 Нм / 144 ft-lb; всегда руководствуйтесь спецификацией автомобиля / производителя). Если хомут отдельный, затяните верхний-нижний болты попеременно и равномерно примерно до ≈34 Нм / 25 ft-lb.
- 8 Настройте длину штока и ход:** отрегулируйте длину толкающего штока так, чтобы в свободном положении обеспечить правильную соосность с регулировочным рычагом. При наличии автоматического регулятора выполните процедуру первичной установки производителя.
- 9 Расстопорьте:** наполните систему воздухом и после набора давления отверните стопорный болт, извлеките его и вставьте в гнездо хранения. Убедитесь, что пружина контролируемо перешла в рабочее положение.
- 10 Тест на герметичность и функцию:** при 90–100 psi проведите тест на утечки мыльной водой на всех соединениях. В цикле применения-сброса тормоза убедитесь, что шток полностью выходит и полностью возвращается, а стояночный тормоз применяется и растормаживается. Измерьте применённый ход и подтвердите, что он с безопасной стороны от предела. Кратким дорожным тестом проверьте увод/разбаланс.

На что обратить внимание (частые ошибки)

Демонтаж без стопорения: самая смертельная ошибка — пытаться вскрыть пружинную камеру, не застопорив её. Накопленная энергия пружины разряжается с силой, способной пробить стену; этот шаг никогда не пропускают и не выполняют в спешке.

- **Пренебречь противооткатным упором:** при стравливании воздуха стояночный тормоз растормаживается, и автомобиль может покатиться. Стравливать воздух без упоров — неизбежный риск.
- **Стопорение пневмогайковёртом:** стопорение всегда выполняется вручную; пневмоинструмент может продавить пружину/корпус и отбросить инструмент.
- **Неправильный выбор типа или хода:** установка меньшего типа вместо стандартного или неправильного хода снижает тормозное усилие и создаёт несоответствие при проверке. Тип, ход, длина штока и фланец должны совпадать один в один.
- **Не отцентровать диафрагму:** у камер хомутового типа сухая диафрагма при смещении от центра пропускает через хомут. Профессиональный приём — припудрить диафрагму мелом/тальком, чтобы она самоцентрировалась.
- **Игнорировать угол штока:** если толкающий шток не перпендикулярен регулировочному рычагу, возникают потеря силы, боковое напряжение и ранний износ.
- **Повторно использовать старый/усталый крепёж:** используйте шпильки и гайки, поставляемые с новой камерой; корродированный крепёж не держит момент.
- **Пропустить пыльник (чехол штока):** порванный пыльник впускает воду и грязь, самое дорогое повреждение начинается отсюда. При замене он обязательно должен быть целым.
- **Заменить одну камеру и оставить парную на оси:** две камеры на одной оси обычно стареют вместе; обновление одной и сохранение другой может создать разбаланс тормозов. Оценивайте по оси.

Технические значения и контрольные точки

Приведённые ниже пределы регулировки хода основаны на таблице «brake adjustment / readjustment limits» федерального тормозного стандарта США **FMVSS 393.47(e)**; эти значения — общепринятые универсальные ориентиры для камер хомутового типа (clamp-type) и согласуются с практикой проверок в рамках ECE R13. Для значений момента и специфичных для модели пределов всегда руководствуйтесь сервисным документом производителя автомобиля (ОЕ) и одобрительной табличкой DIN/ECE; точное значение может зависеть от производителя.

Пределы регулировки применённого хода (курса) — FMVSS 393.47(e)

Таблица 2 — Максимальный предел применённого хода (регулировки) для камер хомутового типа. Источник: FMVSS 393.47(e). Значения нормативны в дюймах; эквиваленты в мм округлены.

Тип камеры	Предел стандартного хода	Предел длинного хода (LS)
Тип 16	1¾" (≈44 мм)	2" (≈51 мм)
Тип 20	1¾" (≈44 мм)	2" (≈51 мм)
Тип 24	1¾" (≈44 мм)	2" (≈51 мм) *
Тип 30	2" (≈51 мм)	2½" (≈64 мм)
Тип 36	2¼" (≈57 мм)	— (обычно стандартный ход)

* В FMVSS 393.47(e) предел стандартного длинного хода Типа 24 составляет 2" (≈51 мм); только для специального варианта Тип 24 LS с номинальным ходом 3" предел отдельно определён как 2½" (≈64 мм). Ориентироваться следует на номинальный ход, выбитый на корпусе камеры. Эти значения — **пределы проверки (регулировки)**; в хорошей практике тормоз следует повторно отрегулировать или отправить в сервис ещё до достижения предела (обычно примерно на 6 мм / ¼" ниже предела). Ход, достигший предела, означает серьёзное падение тормозного усилия.

Контрольные точки измерения и монтажа

- **Давление при измерении:** двигатель заглушён, ресивер 90–100 psi (≈6,2–6,9 бар). Вне этого окна показания несопоставимы.
- **Момент шпильчатой гайки:** в тяжёлом дизельном применении обычно порядка ≈195 Нм (144 ft-lb); подтвердите значение производителя.
- **Момент хомута (разъёмного типа):** попеременно и равномерно, около ≈34 Нм (25 ft-lb).
- **Угол толкающего штока:** примерно перпендикулярен (90°) регулировочному рычагу; в свободном и применённом положениях не должно быть заедания (bind).
- **Холостой ход (свободный ход):** зазор штока до первого контакта должен быть малым и в допуске производителя; чрезмерный холостой ход указывает на проблему регулировочного рычага/механизма.
- **Баланс оси:** значения хода и реакции двух камер на одной оси должны быть близки друг к другу.

Быстрый чек-лист (до/после сервиса):

- Ресивер 90–100 psi? Двигатель заглушён, колёса на упорах?
- Пружинная камера застопорена (не пневмоинструментом)?
- Применённый ход на ≥6 мм ниже предела FMVSS для типа?
- Толкающий шток под ~90° к регулировочному рычагу?
- Тест мыльной водой на всех соединениях чистый?
- Ход/реакция сбалансированы с парной камерой оси?

Практичная привычка для водителя и полевой бригады: всегда возите стопорный болт пружинной камеры в его гнезде хранения на камере. Заблокированный на обочине стояночный тормоз нельзя безопасно расстопорить без болта.

Обслуживание и ресурс

Тормозная камера при правильной установке долговечна; главные факторы, определяющие её ресурс, — влага/коррозия, постоянная работа под чрезмерным ходом и чистота воздушной системы.

- **Периодический визуальный контроль:** при каждом крупном обслуживании визуально и мыльной водой проверяют коррозию корпуса, разрыв пыльника штока, утечку в зоне хомута и портов.
- **Мониторинг хода:** по мере износа колодок ход растёт. Регулярное измерение хода рано показывает здоровье и тормоза, и автоматического регулятора. Приближающийся к пределу ход требует, прежде чем винить камеру, проверить также колодки и регулятор.

- **Качество воздуха:** влажный/грязный воздух изнутри корродирует внутреннюю пружину и диафрагму. Своевременная замена картриджа осушителя (air dryer) напрямую продлевает ресурс камеры.
- **Зимние условия:** вода, попавшая через пыльник, при замерзании блокирует диафрагму и шток. Герметичный пыльник и регулярный дренаж критически важны.
- **Логика замены:** хотя ремонт ремкомплектom диафрагмы/хомута возможен, для пружинных камер и корродированных корпусов полная замена камеры с точки зрения безопасности более верный выбор; содержащий пружину корпус нельзя безопасно вскрывать в поле.
- **Выбор качества и аналога:** камеры уровня OE-эквивалента, одобренные по ECE R13 / DIN, отличаются от дешёвых аналогов материалом диафрагмы, ресурсом пружины по числу циклов и коррозионной стойкостью корпуса. Тормоз — статья безопасности, а не стоимости.

Выбор правильной тормозной камеры (руководство по типу / ходу)

Цель при замене — сохранить один в один класс типа и хода, установленный на автомобиль на заводе. Тормозные камеры выпускаются в вариантах типа и хода, охватывающих как рабочие, так и комбинированные (рабочая + пружинная) применения. Приведённая ниже справочная таблица помогает быстро определить правильный класс; для точного выбора ориентируйтесь на клеймо на корпусе камеры и OE-номер автомобиля.

Таблица 3 — Руководство по выбору типа/хода тормозных камер (по применению).

Применение	Типовой Тип / Конфигурация	Класс хода	Распространённое расположение
Рабочая камера (одна диафрагма)	Тип 20, Тип 24	Стандартный или LS	Передняя ось
Комбинированная пружинная стояночная камера	Тип 20/24, Тип 24/24	Стандартный или LS	Задняя ось (грузовик/автобус)
Тяжёлый тягач / высокая нагрузка	Тип 30/30, Тип 24/30	Преимущественно LS	Задние оси тягача
Прицеп / полуприцеп	Тип 24/24, Тип 30/30	Стандартный или LS	Оси полуприцепа

У комбинированных камер обозначение вроде «24/30» указывает сначала тип рабочей (24), затем пружинной (30) полости. При выборе OE-аналога можно провести перекрёстное сопоставление с референсными системами рынка (напр., нумерация типов Knorr-Bremse, ZF/WABCO, Haldex); однако окончательная проверка всегда выполняется точным совпадением четвёрки **тип + тип хода + длина штока + фланец/межцентровое расстояние шпилек**. Клеймо на корпусе снятой камеры и OE-номер автомобиля остаются двумя опорными данными, по которым эти четыре критерия проверяются перед заказом.

Правильный тип, исправная связка диафрагма-пружина и коррозионностойкий корпус — основа того, чтобы тормозная камера годами работала безопасно. Для рабочих и пружинных стояночных применений тяжёлых грузовых автомобилей выбирайте камеру, тип и ход которой соответствуют заводскому исполнению и рамке одобрения ECE R13 / DIN; когда вы выбрали правильный тип, шаги монтажа и контроля этого руководства обеспечивают долговечную, сбалансированную тормозную эффективность.

Категория товара: Тормозной сильфон

Основное руководство: Тормозная камера: диагностика, замена и обслуживание — VADEN

Документ носит информационный характер; на практике приоритет имеют актуальное руководство по обслуживанию и указания по безопасности производителя. Значения являются общими ориентирами для типовых систем грузовой техники; для значений, специфичных для модели, используйте сервисную документацию OE. © VADEN Otomotiv San. Tic. A.Ş. · vadenoriginal.com