



ТЕХНИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО

Ремонт компрессора пневмотормоза: головка, клапанная плита, прокладки

Ремонт верхней группы воздушного компрессора грузовика: симптомы, диагностика, замена головки цилиндра, клапанной плиты и прокладок, моменты затяжки и уход.

Одна из фраз, которую мы чаще всего слышим в поле, звучит так: «Компрессор не качает воздух, давайте менять его целиком». Между тем у большинства воздушных компрессоров на грузовых автомобилях блок и кривошипно-шатунная группа остаются исправными, а потеря производительности возникает только из-за износа верхней группы. Пластинчатые клапаны на клапанной плите теряют упругость, воздушные каналы в головке цилиндра закоксовываются, прокладка головки начинает пропускать давление. Выбрасывать компрессор целиком в такой ситуации и дорого, и не нужно. Правильно подобранный ремонтный комплект — головка цилиндра, клапанная плита и набор прокладок — способен вернуть компрессору производительность наполнения, близкую к заводской. Это руководство объясняет, когда решение о ремонте верхней группы верно, а когда ошибочно; на что указывает тот или иной симптом и в каких точках монтажа чаще всего допускают ошибки.

Об этом руководстве: Подготовлено технической службой VADEN ORIGINAL на основе полевого и производственного опыта работы с пневматическими системами грузовых автомобилей. Приведённые здесь значения момента затяжки, давления и температуры являются **типовыми справочными диапазонами**; при выполнении работ следует руководствоваться актуальным сервисным руководством производителя автомобиля и компрессора. **Последнее обновление: сентябрь 2026.** Пневматические тормозные системы грузовых автомобилей проектируются в рамках правил ECE R13 (тормозные требования ООН/ЕС) и ISO 611.

Что такое ремонт компрессора (головка цилиндра / клапанная плита / прокладки)? Назначение и принцип работы

Ремонт компрессора — это восстановление производительности наполнения воздушного компрессора грузового автомобиля путём обновления его верхней, создающей давление группы — головки цилиндра, клапанной плиты и комплекта прокладок — без замены компрессора целиком.

В поршневом воздушном компрессоре вся работа, по сути, сводится к двум поверхностям: объёму, который описывает поршень, и клапанной плите, через которую этот объём «дышит». Коленчатый вал получает привод от двигателя (в большинстве применений — от шестерни ГРМ либо через ремень/муфту); при движении поршня вниз разрежение в цилиндре открывает впускной лепестковый клапан на клапанной плите, и воздух всасывается. При движении поршня вверх впускной клапан закрывается, а когда сжатый воздух достигает определённого давления, открывается нагнетательный клапан, и воздух через выходной канал головки направляется в осушитель (блок осушителя воздуха / регулятора давления). Головка отвечает и за охлаждение: в компрессорах с жидкостным охлаждением через неё проходит контур охлаждения двигателя, в компрессорах с воздушным охлаждением тепло отводят рёбра.

Этот цикл повторяется тысячи раз в минуту даже на холостом ходу. Поэтому лепестки клапанов подвергаются усталости металла, поверхность головки — термическим напряжениям, а прокладки — температурным циклам. «Старение» компрессора чаще всего начинается не с коленчатого вала или блока, а именно с этих трёх деталей — отсюда и логика ремонтного комплекта.

- **Головка цилиндра:** Содержит впускные и нагнетательные каналы, охлаждающую рубашку/рёбра и (при наличии) порты системы разгрузки — unloader. Может быть алюминиевой или чугунной.

- **Клапанная плита:** Самая критичная динамическая деталь компрессора: включает впускные и нагнетательные лепестки, посадочные поверхности клапанов и ограничители хода пластин.
- **Комплект прокладок:** Прокладка головки, прокладка клапанной плиты, промежуточные прокладки и при необходимости комплект уплотнительных колец/сальников. Их толщина напрямую влияет на мёртвый объём и, следовательно, на КПД.
- **Лепестки клапанов и пружины:** Как правило, поставляются в комплекте с клапанной плитой; их раздельная замена не рекомендуется.
- **Крепёжные болты:** Вытянувшиеся или образовавшие «шейку» болты при ремонте подлежат проверке.

Разница между одноцилиндровыми и двухцилиндровыми компрессорами

Одноцилиндровые компрессоры распространены на грузовиках и автобусах среднего сегмента, двухцилиндровые — на седельных тягачах с высоким расходом воздуха, сочленённых автобусах и многоосной технике. У двухцилиндровых типов клапанная плита имеет отдельные группы лепестков для каждого цилиндра; при усталости клапанов одной стороны компрессор не выходит из строя полностью — заметно увеличивается лишь время наполнения. Это приводит к позднему обнаружению неисправности и к тому, что система дольше подвергается воздействию влажного и замасленного воздуха.

Головки с жидкостным и воздушным охлаждением

У головок с воздушным охлаждением тепло отводится оребрением, поэтому температура компрессора сильнее зависит от окружающей среды и нагрузки. У головок с жидкостным охлаждением охлаждающая жидкость двигателя циркулирует внутри головки, и температура выходящего воздуха остаётся более стабильной. Критический момент при ремонте таков: **если у головки с жидкостным охлаждением прокладка установлена неправильно, охлаждающая жидкость может попасть в пневматический контур**. Если в осушителе или ресиверах неожиданно ощущается запах антифриза либо обнаруживается эмульсия, одним из первых подозреваемых становится линия прокладок головки/клапанной плиты.

Система разгрузки (unloader) и экономия энергии

Большинство современных компрессоров оснащено механизмом разгрузки, переводящим компрессор в холостой режим при достижении давления отключения. У некоторых типов этот механизм расположен непосредственно внутри головки цилиндра (пневматические поршни в головке удерживают впускной клапан открытым). При ремонте головки такого компрессора обязательно проверьте состояние разгрузочных поршней, пружин и уплотнительных колец; в противном случае компрессор может «качать постоянно» либо «не качать вовсе».

Применение / эксплуатация	Типовая конструкция компрессора	Контекст системы OE	Ключевой момент при ремонте
Грузовик среднего сегмента, развозной автомобиль	Одноцилиндровый, воздушного охлаждения	Блок подготовки воздуха типа Knorr-Bremse / Wabco (сегодня под управлением ZF)	Очистка оребрения и плоскостность поверхности головки
Магистральный тягач (высокий расход)	Двухцилиндровый, жидкостного охлаждения	Системы, аналогичные Knorr / Bendix, с внешним осушителем воздуха	Одновременное обновление обеих групп лепестков

Применение / эксплуатация	Типовая конструкция компрессора	Контекст системы OE	Ключевой момент при ремонте
Городской автобус (расход на двери + пневмоподвеску)	Двухцилиндровый, с unloader	Контекст КПП Voith / ZF и тормозного блока типа Knorr	Разгрузочные поршни и комплект уплотнительных колец
Строительная / карьерная техника (запылённая среда)	Одно- или двухцилиндровый	Забор воздуха от воздушного фильтра двигателя	Износ впускного тракта и впускного лепестка
Головка, подключённая к системе охлаждения	Головка с жидкостным охлаждением	Контур охлаждения, аналогичный Mahle / Behr	Прокладка водяного канала и контроль герметичности

Проверка номера детали обязательна: Даже на одном и том же двигателе и одной модели автомобиля геометрия головки/клапанной плиты и толщина прокладок могут различаться в зависимости от года выпуска, производителя компрессора и типа охлаждения. Перед заказом сверьте вместе **номер производителя на корпусе компрессора**, VIN автомобиля и тип охлаждения имеющейся головки. Даже при совпадении отверстий головки компрессор не будет качать, если геометрия портов клапанной плиты отличается.

Симптомы неисправностей и диагностика

Практически все неисправности верхней группы компрессора приезжают в сервис с жалобой «воздух набирается долго». Однако за той же жалобой могут стоять осушитель, регулятор, шланг или утечка в системе. Поэтому в диагностике важна последовательность: сначала исключите утечку в системе, затем переходите к компрессору.

Симптом	Возможная причина	Проверка / подтверждение
Время наполнения заметно выросло, контрольная лампа гаснет с задержкой	Лепестки клапанной плиты потеряли упругость/сломаны, прокладка головки даёт внутреннюю утечку	После исключения утечки в системе замерьте время наполнения от пустых ресиверов до давления отключения и сравните со справочным значением сервисного руководства
Компрессор работает постоянно, давление отключения не достигается	Нагнетательный лепесток не закрывается полностью, unloader заклинил либо в системе крупная утечка	Перекройте выход регулятора и проверьте компрессор отдельно; проконтролируйте управляющее давление в линии unloader
Из ресиверов и осушителя выходит избыточное масло, из сливного клапана — маслянистая вода	Износ колец/цилиндра либо переброс масла из-за перегрева; нарушение герметичности верхней группы	Осмотрите картридж осушителя и сливной клапан ресивера; если масла очень много, проблема может быть не только в верхней группе — оцените и нижнюю группу
Выходная трубка/шланг компрессора перегревается, краска потемнела	Закоксованный нагнетательный канал, постоянная работа под нагрузкой, недостаточное охлаждение	Замерьте температуру выходной линии бесконтактным термометром; до снятия головки оцените закупорку канала снаружи

Симптом	Возможная причина	Проверка / подтверждение
Металлический стук / удары из компрессора	Обломок лепестка, ослабленный болт головки, повреждение ограничителя пластин	Снимите головку и визуально осмотрите поверхность плиты и лепестки; обломок мог попасть в цилиндр
Утечка воздуха / свист по периметру головки	Прокладка головки смята либо поверхность пропускает из-за неверной последовательности затяжки	На работающем двигателе проверьте периметр головки мыльным раствором; при утечке прокладку и плоскостность поверхности рассматривают вместе
Уровень охлаждающей жидкости падает, в пневмоконтуре следы антифриза	Повреждение прокладки водяного канала головки с жидкостным охлаждением	Опрессуйте контур охлаждения; ищите эмульсию при сливе из ресивера и осушителя
На холостом ходу из зоны впуска идёт обратный выброс воздуха	Впускной лепесток не закрывается либо повреждена посадочная поверхность	Снимите впускной тракт (фильтр/впускной шланг) и проверьте наличие обратного выброса

Сначала исключите утечку в системе

Систему доводят до давления отключения, двигатель останавливают и, не нажимая педаль тормоза, наблюдают за падением давления в течение определённого времени. Допустимая величина падения зависит от производителя автомобиля; однако если разница заметна, проблема не в компрессоре, а в контуре. Прежде чем проверять верхнюю группу компрессора, следует исключить пневмоподушки, цилиндры дверей, линию стояночного тормоза и соединения прицепа.

Замер времени наполнения: самый объективный тест

После полного опорожнения ресиверов двигатель удерживают на определённых оборотах и секундомером замеряют время достижения давления отключения. Заметное превышение справочного значения из сервисного руководства — самый убедительный признак потери производительности верхней группы. Замер обязательно повторяйте в одинаковых условиях (те же обороты, та же температура окружающей среды).

Ремонт или замена целиком?

Решение принимается по такому разделению: если проблема связана с **герметичностью и клапанами**, ремонтный комплект — правильное решение. Если проблема в **зазоре коренных подшипников, износе цилиндра, повышенном расходе масла или трещине корпуса**, ремонт даст лишь временное облегчение, и автомобиль вернётся в скором времени. Если после снятия головки видны заметные задиры на стенке цилиндра, устойчивые повреждения днища поршня или ощутимый люфт коленчатого вала, честный ответ — замена целиком. Установить ремонтный комплект вопреки такой картине — значит заставить клиента заплатить дважды.

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.

Для стран ЕАЭС требования к конструкции и оборудованию колёсных транспортных средств содержит **ТР ТС 018/2011**, а требования безопасности к транспортным средствам, находящимся в эксплуатации, и методы их контроля — **ГОСТ 33997-2016**.

Порядок замены / установки

Средства индивидуальной защиты и безопасность: Перед началом работ **полностью стравите пневмосистему** (включая все ресиверы и осушитель) — снятие головки на системе под давлением ведёт к тяжёлым травмам. Автомобиль должен быть зафиксирован и подложен башмаками, клемма АКБ отсоединена. Компрессор и выходная линия долго остаются **очень горячими** после работы; дождитесь остывания. У типов с жидкостным охлаждением контур охлаждения также должен быть без давления и остывшим. Защитные очки, перчатки с защитой от порезов и рабочая обувь обязательны.

- 1 **Стравите систему и обезопасьте автомобиль:** Слейте все воздушные ресиверы через сливные клапаны, убедитесь, что манометр показывает ноль. Установите противооткатные упоры, отсоедините АКБ. При головке с жидкостным охлаждением сбросьте также давление контура охлаждения.
- 2 **Очистите рабочую зону:** До снятия головки удалите пыль, масло и грязь вокруг компрессора. Одна-единственная пылинка или частица прокладки, попавшая в цилиндр, может повредить новую клапанную плиту при первом же пуске.
- 3 **Промаркируйте и отсоедините соединения:** Перед снятием впускного шланга, нагнетательной трубки, управляющей линии unloader и (при наличии) водяных шлангов промаркируйте их или сфотографируйте. Все открытые порты закройте заглушками.
- 4 **Снимайте головку цилиндра в правильной последовательности:** Ослабляйте болты головки **от центра к краям, крест-накрест и ступенчато**. Полное ослабление за один проход может покорежить головку. При подъёме головки не поддевайте её отвёрткой — вы необратимо повредите поверхности.
- 5 **Снимите клапанную плиту и прокладки:** При демонтаже плиты обязательно отметьте, какой стороной она была обращена вверх — большинство плит имеет геометрию, допускающую установку наоборот, а при перевёрнутой установке компрессор не качает вовсе. Убедитесь, что удалены все старые прокладки.
- 6 **Оцените и очистите поверхности:** Удалите нагар с поверхностей головки и корпуса мягким скребком и подходящим очистителем. **Не применяйте наждачную бумагу и шлифовку;** это нарушает плоскостность и абразивные остатки попадают в цилиндр. Плоскостность проверяйте поверочной линейкой и щупом.

- 7 Осмотрите цилиндр и поршень (точка принятия решения):** При повреждениях днища поршня, глубоких задирах на стенке цилиндра, поломке колец или обильном скоплении масла остановитесь и пересмотрите решение о ремонте. При такой картине ремонт верхней группы не станет долговременным решением.
- 8 Устанавливайте новые прокладки сухими и в правильном положении:** Если не указано иное, **не наносите жидкий герметик или силикон** на прокладки головки/клапанной плиты компрессора. Отверстия в прокладках должны точно совпадать с геометрией портов; перекрытие даже одного масляного или охлаждающего отверстия быстро выведет компрессор из строя.
- 9 Установите клапанную плиту и головку:** Посадите плиту на направляющие штифты, убедитесь в свободном ходе лепестков. Опускайте головку строго вертикально, без сдвига — при смещении прокладки нарушается соосность портов.
- 10 Затягивайте болты по схеме момента:** Сначала наживите болты вручную, затем затяните **от центра к краям крест-накрест, минимум в два-три этапа** до момента, указанного производителем. Затяжка полным моментом за один проход корбит головку, и новая прокладка начинает пропускать в первый же день.
- 11 Завершите подключения и проведите испытание:** Подсоедините впускную, нагнетательную, управляющую и водяную линии. Запустите двигатель и наполните систему; замерьте время достижения давления отключения, проверьте периметр головки мыльным раствором на утечки. У типов с жидкостным охлаждением проконтролируйте уровень охлаждающей жидкости и признаки смешивания. Относительно контроля момента затяжки на холодном двигателе после короткой работы см. указания производителя.

На что обратить внимание (частые ошибки)

Три самые дорогие ошибки: (1) Установка клапанной плиты наоборот — компрессор не качает вовсе либо мгновенно ломает лепестки. (2) Нанесение силикона/жидкого герметика на прокладки — излишки герметика попадают в каналы, забивают осушитель и клапаны. (3) Затяжка болтов головки без соблюдения момента и последовательности — головку корбит, и утечка возвращается через несколько дней.

Установка комплекта без устранения первопричины: Настоящая причина выхода компрессора из строя чаще всего не сам компрессор — это утечка в системе, заставляющая его постоянно работать под нагрузкой, забитый впускной фильтр, насыщенный картридж осушителя или неисправный регулятор. Ремонтный комплект, установленный без устранения утечки, придёт в то же состояние за тот же срок, что и предыдущий.

- **Грязный монтаж:** Одна крошка прокладки, попавшая в цилиндр, может повредить новую плиту в первые же минуты. Пока головка снята, закрывайте зев цилиндра чистой ветошью.
- **Повторное использование старой прокладки:** Однажды обжатая прокладка при повторной затяжке не даст той же герметичности. Комплект прокладок — одноразовый.
- **«Выравнивание» поверхности наждачной бумагой:** Если поверхность головки вне допуска по плоскостности, решение — не наждачная бумага, а замена головки.

- **Повторное использование вытянутого болта:** Болт с «шейкой» или повреждённой резьбой не держит правильный момент; если производитель указывает предел — замените.
- **Игнорирование осушителя воздуха:** Если после ремонта компрессора насыщенный картридж осушителя оставлен на месте, влага продолжит поступать в систему и клапаны снова получат повреждения.
- **Пренебрежение впускным трактом:** На технике, работающей в запылённой среде, забитый или пробитый впускной тракт быстро изнашивает впускной лепесток.
- **Отсутствие проверки привода:** Люфт шестерни, износ муфты или натяжение ремня вызывают вибрацию и преждевременный выход компрессора из строя.
- **Выдача без испытания:** Ремонт без замера времени наполнения не считается «завершённым»; подтвердите цифрами, что производительность восстановлена.

Технические значения и контрольные точки

Приведённые ниже таблицы содержат **типовые / общие справочные** диапазоны для пневматических систем грузовых автомобилей. Значения зависят от производителя автомобиля и компрессора; точные величины смотрите в соответствующем сервисном руководстве.

Параметр	Типовой справочный диапазон	Пояснение / примечание
Давление отключения системы (регулятора)	примерно 8,0 – 12,5 bar (≈115 – 180 psi)	Зависит от архитектуры автомобиля и тормозной системы; настраивается на регуляторе
Разница между отключением и включением (гистерезис)	примерно 0,6 – 1,5 bar	Сильное сужение этой разницы может указывать на проблему регулятора
Температура выходящего воздуха компрессора (под нагрузкой)	примерно 130 – 200 °C	Постоянно высокие значения ускоряют закоксовывание и повреждение клапанов
Падение давления после остановки двигателя	определяющим является допуск производителя — типично пренебрежимо малое падение за несколько минут	При заметном падении проблема не в компрессоре, а в утечке системы
Время наполнения от пустых ресиверов до давления отключения	справочное значение из сервисного руководства	Заметное превышение справочного значения — главный признак усталости верхней группы
Плоскостность поверхности головки / корпуса	допуск производителя — обычно очень узкий, порядка десятых долей mm	Проверяется щупом; при выходе из допуска головка заменяется
Рабочая температура охлаждающей жидкости (головка с жидкостным охлаждением)	примерно 80 – 95 °C	Общая с контуром охлаждения двигателя; высокое значение нагружает и компрессор

Соединение	Типовой порядок момента	Примечание по применению
Болты головки цилиндра	порядка 20 – 45 Nm (зависит от типа)	Крест-накрест от центра к краям, в 2–3 этапа; точное значение — по сервисному руководству

Соединение	Типовой порядок момента	Примечание по применению
Крепёж клапанной плиты / промежуточной пластины	порядка 15 – 30 Nm	Перетяжка коробит плиту и нарушает посадку лепестков
Штуцер нагнетательной трубки	порядка 25 – 50 Nm	Трубка должна садиться без натяга; напряжённая трубка растрескивается
Водяные шланги / соединения охлаждения	значение производителя	Перетяжка срывает резьбу в алюминиевой головке

Честное замечание о моменте затяжки: Моменты затяжки головки компрессора существенно различаются в зависимости от производителя, материала головки (алюминий/чугун), длины болта и типа прокладки. Приведённые выше величины дают лишь представление о порядке значений.

Пользуйтесь калиброванным динамометрическим ключом и обязательно сверяйте значение с соответствующим сервисным руководством — подход «затянуть от руки достаточно» является самой распространённой причиной повторных обращений после ремонта головки.

- Пройден ли периметр головки тест на утечки мыльным раствором?
- Замерено ли время наполнения и сопоставлено ли со справочным значением?
- Подтверждены ли по манометру давления отключения и включения?
- Оценено ли состояние картриджа осушителя и сливного клапана?
- Проверены ли герметичность впускного тракта, фильтра и шланга?
- У типа с жидкостным охлаждением проверены ли уровень охлаждающей жидкости и признаки смешивания?
- Проверены ли люфт и натяжение привода (шестерня/муфта/ремень)?
- Нет ли избытка масла/эмульсии при сливе из ресиверов?
- Находится ли температура выходной линии под нагрузкой в разумных пределах?

Обслуживание и ресурс

Ресурс воздушного компрессора определяется не пробегом, а **временем, проведённым под нагрузкой**. Компрессор, постоянно восполняющий утечку, продолжает качать и тогда, когда должен работать вхолостую; температура растёт, масло коксует, а лепестки клапанов устают намного раньше нормы. Поэтому самое эффективное обслуживание компрессора выполняется, по сути, вне самого компрессора: устранение утечек в системе, своевременная замена картриджа осушителя и поддержание чистоты впускного тракта.

- **Картридж осушителя воздуха:** Меняйте в указанный производителем интервал (обычно ежегодно либо через определённый пробег/наработку). Насыщенный картридж переносит влагу прямо к клапанам и в ресиверы.
- **Сливные клапаны ресиверов:** Регулярно сливайте конденсат и смотрите, что именно выходит — прозрачная вода близка к норме, обильное масло и эмульсия являются тревожным сигналом.
- **Впускной тракт:** Периодически проверяйте целостность фильтра и шланга; на технике, работающей в пыли, — чаще.

- **Моторное масло и интервал замены:** В большинстве применений компрессор смазывается моторным маслом; просроченная замена масла напрямую отражается на компрессоре.
- **Контур охлаждения:** У головок с жидкостным охлаждением при снижении эффективности охлаждения растёт температура компрессора; обслуживание радиатора/термостата является частью обслуживания компрессора.
- **Поиск утечек в системе:** При плановом ТО выполняйте тест на падение давления — именно этот единственный тест продлевает ресурс компрессора сильнее всего.
- **Выходная трубка:** Оценивайте на предмет нагара и сужения; забитая выходная линия обесценивает ремонт.

Правильно диагностированный и чисто выполненный ремонт верхней группы обеспечивает долгую безотказную работу компрессора. Но ремонт — это не «обнуление»: если нижняя группа компрессора (коленчатый вал, подшипники, цилиндр, кольца) изношена, обновление верхней группы лишь выиграет время. Честный подход — принимать решение по той картине, которую вы увидели, сняв головку: когда ремонт уместен, он экономичен и долговечен, а когда нет — это дорогой способ отложить замену целиком.

VADEN ORIGINAL предлагает со склада в собственном каталоге линейку продукции **Ремонт компрессора (головка цилиндра / клапанная плита / прокладки)**, состоящую из головок цилиндра, клапанных плит и комплектов прокладок для воздушных компрессоров грузовых автомобилей. Чтобы подобрать правильный ремонтный комплект по номеру производителя компрессора и VIN вашего автомобиля, получить подтверждение совместимости или консультацию по оценке нижней группы, вы можете обратиться к линейке продукции VADEN ORIGINAL и в нашу службу технической поддержки.