



ТЕХНИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО

Поршень-кольца и шатун компрессора: ремонт и замена

Компрессор грузовика «гонит масло» — часто виноват износ поршневых колец или люфт шатунного подшипника, а не весь узел. Диагностика шума.

Если в грузовом автомобиле падает давление воздуха, на выходе компрессора наблюдается течь масла, а из осушителя воздуха постоянно поступает масло, то корень проблемы чаще всего кроется в шатунно-поршневой группе компрессора — поршне, кольцах и шатуне. Значительная часть неисправности, которую на практике описывают как «компрессор гонит масло», на деле является износом, увеличением зазора в замке кольца или люфтом шатунного подшипника именно в этой группе. Данное руководство, объединяя практический опыт технической команды VADEN и логику сервиса OE, объясняет назначение этой шатунно-поршневой группы, характер её отказов, а также правильные шаги диагностики, замены и обслуживания.

Примечание E-E-A-T: Данный документ подготовлен технической командой VADEN на основе опыта ремонта компрессоров грузовых автомобилей и логики заводского сервиса. Приведённые здесь значения момента затяжки, зазоров и давления являются **типовыми справочными диапазонами**; для получения точных значений следует обязательно руководствоваться актуальным сервисным руководством соответствующего производителя автомобиля/двигателя. Последнее обновление: сентябрь 2026. Пневматические тормозные системы грузовых автомобилей проектируются в рамках правил ECE R13 (тормозные требования ООН/EC) и ISO 611.

Что такое шатунно-поршневая группа компрессора (поршень-кольца & шатун)? Назначение и принцип работы

Шатунно-поршневая группа компрессора (поршень-кольца & шатун) — это подвижный узел, объединяющий в себе поршень, сжимающий воздух внутри цилиндра, комплект колец, обеспечивающий герметичность стенки цилиндра, и шатун, передающий движение коленчатого вала на поршень; этот узел напрямую отвечает за создание давления и масляную герметичность компрессора.

Принцип работы основан на той же базе, что и сам двигатель: при вращении коленчатого вала шатун перемещает поршень вверх-вниз внутри цилиндра. При движении поршня вниз через впускной клапан набирается воздух, при движении вверх этот воздух сжимается и через нагнетательный клапан подаётся в воздушную систему (в осушитель и ресиверы). Кольца одновременно выполняют две критически важные функции: препятствуют прорыву сжатого воздуха в картер (герметичность компрессии) и снимают масляную плёнку, поступающую со стороны коленвала, ограничивая попадание масла в камеру сжатия (контроль масла). Нарушение этого баланса является корневой причиной большинства проблем компрессора.

- **Поршень:** Обычно алюминиевый сплав или чугун; несёт канавки под кольца и посадочное место поршневого пальца.
- **Компрессионное кольцо:** Верхнее кольцо (кольца), удерживающее давление; стойкое к теплу и давлению.
- **Маслосъёмное кольцо:** Снимает излишки масла со стенки цилиндра; определяет расход масла и нагарообразование.
- **Шатун:** Малой головкой соединяется с поршневым пальцем, большой головкой — с шатунной шейкой коленвала; преобразует усилие из вращательного движения в поступательное.
- **Шатунные подшипники / втулки:** Большая головка — подшипник скольжения (с крышкой) либо, в зависимости от типа, подшипник качения; втулка малой головки.

- **Поршневой палец и стопорные кольца (сирклипсы):** Соединяют поршень с шатуном.

Различие шатунно-поршневой группы у одно- и двухпоршневых компрессоров

В грузовых автомобилях в зависимости от потребности в воздухе применяются одноцилиндровые или двухцилиндровые (тандемные) компрессоры. В двухцилиндровых типах имеются две отдельные поршневые группы и, как правило, два шатуна; это обеспечивает более высокую производительность по воздуху, но при замене группы балансировка, ориентация колец и нумерация крышек становятся более критичными. При заказе группы обязательно проверяйте число цилиндров и комбинацию диаметр-ход.

Подшипник скольжения или шатун на подшипнике качения?

В некоторых компрессорах грузовых автомобилей большая головка шатуна имеет конструкцию скольжения (с вкладышами, с крышкой) и смазывается под давлением маслом от двигателя. В некоторых типах используется шатун на подшипнике качения. Это различие меняет как выбор запчасти, так и процедуру монтажа/затяжки; неверный выбор типа приводит к раннему отказу.

Связь с типом смазки и охлаждения

Компрессор чаще всего получает масло из контура смазки двигателя (смазка под давлением), а его охлаждение осуществляется от водяной рубашки или воздухом. Ресурс группы напрямую зависит от чистоты и давления поступающего масла, а также от достаточности охлаждения. Поэтому неисправность группы зачастую является не «дефектом детали», а следствием условий питания.

Тип компрессора / применение	Типовая конструкция группы	На что обратить внимание
Одноцилиндровый, тягач/грузовик средней грузоподъемности	Один поршень + шатун, большая головка скольжения	Масляное питающее отверстие и ориентация крышки
Двухцилиндровый (тандем), тяжёлый тягач	Двойная поршневая группа, два шатуна	Балансировка, нумерация крышек, ориентация замков колец
Компрессор грузового автомобиля с водяным охлаждением	Литой поршень, многокольцевой	Целостность прокладки цилиндра/водяной рубашки
Лёгкий-средний коммерческий с воздушным охлаждением	Алюминиевый поршень, тонкие кольца	Перегрев и залегание колец

Проверка номера детали обязательна. Аналоги шатунно-поршневых групп для компрессоров типа Bosch, типа Knorr-Bremse или типа Wabco/ZF внешне могут быть похожи, но различаются по диаметру поршня, диаметру пальца, числу/сечению колец и типу шатунного подшипника. Перед заказом обязательно сопоставьте номер производителя компрессора, диаметр-ход и число цилиндров; за основу берите референс из заводского сервисного каталога OE двигателя.

Симптомы неисправности и диагностика

Неисправности группы чаще всего развиваются постепенно: сначала увеличивается время нагнетания воздуха, затем начинается расход и течь масла, на поздней стадии появляются механические шумы и полная потеря давления. В таблице ниже приведены наиболее часто встречающиеся на практике симптомы вместе с возможными причинами и методами их подтверждения.

Симптом	Возможная причина	Проверка / подтверждение
Поступление масла из осушителя/на выходе, замасленный воздух в системе	Износ маслосъёмного кольца, залегание кольца, потеря хона цилиндра	Проверка масла на входе осушителя и в ресиверах; наблюдение масляной плёнки в выходной магистрали
Давление растёт медленно, компрессор работает постоянно	Изношено/сломано компрессионное кольцо, износ цилиндра, течь клапана	Замер времени нарастания давления; клапан следует исключить отдельно
Стук/дребезг из компрессора (усиливается с оборотами)	Зазор подшипника большой головки шатуна, зазор пальца, ослабление стопорного кольца	Сравнение шума на холостом ходу и под нагрузкой; замер зазора подшипника при разборке
Избыточное давление/дым из вентиляции картера (прорыв газов, blow-by)	Утечка через кольца, увеличение зазора цилиндр-поршень	Наблюдение прорыва газов через пробку картера; замер диаметра цилиндра
Чрезмерный расход масла, быстрое падение уровня масла в двигателе	Тип компрессора, гонящий масло без возврата, или утечка через кольца	Проверка линии возврата масла и состояния колец; контроль цвета/запаха
Перегрев компрессора, нагар/пригар на выходе	Недостаточное охлаждение, избыток масла + высокий рабочий цикл	Контроль температуры выхода и водяного/воздушного охлаждения; наблюдение отложений нагара
Давление воздуха вообще не набирается, компрессор крутится вхолостую	Сломанное кольцо, заклинивание, повреждение шатуна/поршня	Проверка механических повреждений разборкой; ощущение компрессии вручную

Течь масла или проблема клапана? Метод разделения

Значительная часть проблем с маслом и давлением в компрессоре на самом деле вызвана впускными/нагнетательными клапанами. Прежде чем касаться группы, необходимо проверить клапанную плиту и клапаны; заключение о кольцах и поршне следует делать только после того, как клапаны признаны исправными. Иначе исправная группа будет разобрана напрасно.

Диагностика шума: шатун или палец?

Зазор большой головки шатуна обычно даёт глубокий, ритмичный стук под нагрузкой; тогда как зазор поршневого пальца создаёт более металлический, двойной звук («звон»). Точное разделение возможно только замером зазора при разборке, но характер звука указывает, какой зоне отдать приоритет.

Считывание прорыва газов и давления в картере

По мере увеличения утечки через кольца сжатый воздух прорывается в картер (blow-by). Сильное, постоянное давление и масляный пар, ощущаемые из горловины вентиляции картера, являются весомым признаком того, что кольцо-цилиндровая группа выработала свой ресурс. Этот признак следует оценивать не сам по себе, а в совокупности со временем нарастания давления и расходом масла.

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**.

Шаги замены / установки

СИЗ и безопасность: Перед началом работ полностью стравите давление в воздушном ресивере, заглушите двигатель, отсоедините клемму аккумулятора и дождитесь остывания системы. Сжатый воздух и горячая поверхность несут риск травмы. Используйте защитные очки, перчатки и подходящее подъёмное оборудование. Приведённые ниже шаги являются общим ориентиром; за моментами затяжки и значениями зазоров следует обращаться к сервисному руководству производителя.

- 1 Обеспечьте безопасность системы:** Стравите давление воздуха, отсоедините аккумулятор, дождитесь остывания компрессора и очистите рабочую зону.
- 2 Отсоедините соединения с маркировкой:** Разъедините воздушные впускные/выпускные магистрали, трубки подачи и возврата масла, а при наличии — шланги водяного охлаждения, пронумеровав их; заглушите отверстия во избежание загрязнения.
- 3 Снимите компрессор (при необходимости):** Для полного доступа к группе компрессор снимается с автомобиля и переносится на чистый верстак; обратите внимание на сторону привода/шестерни.
- 4 Снимите головку цилиндра и клапанную плиту:** Ослабляйте болты крест-накрест; отделите прокладку и клапанную плиту для оценки.
- 5 Откройте крышку картера и обеспечьте доступ к коленвалу:** Доберитесь до шатунных крышек; обязательно отметьте **метки крышки и корпуса** (крышки не должны перепутаться местами).
- 6 Снимите шатун:** Ослабьте болты крышки, снимите подшипник/крышку большой головки, вытолкните шатунно-поршневую группу из цилиндра вверх; не поцарапайте стенку остатками кольца.
- 7 Разделите поршень и кольца:** Снимите стопорные кольца, выньте палец; снимите старые кольца съёмником для колец. Осмотрите поверхность цилиндра и поршня.
- 8 Измерьте и примите решение:** Замерьте диаметр цилиндра, овальность, диаметр-зазор поршня, зазор шатунного подшипника; если значения вне допуска, замените группу в комплекте, при износе цилиндра проведите оценку корпуса/цилиндра.

- 9** **Установите новые кольца:** Проверьте зазор в замке кольца (концевой зазор), установите кольца, разводя замки под указанным производителем углом (не совмещая друг с другом); обратите внимание на ориентацию маслосъёмного кольца.
- 10** **Смонтируйте поршень и введите в цилиндр:** Установите поршневой палец и посадите новые стопорные кольца, сожмите кольца оправкой для колец (piston ring compressor) и без повреждений опустите поршень в цилиндр; соблюдайте метку ориентации монтажа.
- 11** **Присоедините шатун, затяните и проверьте:** Установите крышку в правильной ориентации, затяните болты **ступенчато, с моментом и в последовательности из сервисного руководства**; проверните коленвал вручную для проверки заедания/свободного хода. Затем установите клапанную плиту, прокладку и крышки с новыми прокладками и затяните.

На что обратить внимание (частые ошибки)

Не совмещайте замки колец в одну линию. Когда концевые зазоры (замки) колец совмещаются друг с другом, образуется прямой канал утечки; компрессор с первого дня гонит масло и не держит давление. Замки должны быть разведены под указанными производителем углами.

Не путайте шатунные крышки и не затягивайте «на глаз». Крышки должны устанавливаться на свой корпус, в отмеченной ориентации; болты крышки монтируются не «по ощущению», а с указанным моментом и, при необходимости, одноразовым болтом. Неверный момент приводит к заклиниванию подшипника или к зазору.

- Не используйте повторно старые клапаны, прокладки и стопорные кольца; при замене группы уплотнительные элементы должны быть обновлены.
- Если цилиндр изношен или овален, замена только колец не является долговременным решением; утечка вернётся в короткий срок.
- Не пренебрегайте смазкой при монтаже; установка кольца и цилиндра «на сухую» вызывает задиры и заедание при первом запуске.
- Не монтируйте, не очистив линию подачи и возврата масла; грязное питание в короткий срок прикончит и новую группу.
- Частой ошибкой является замена колец из-за того, что компрессор гнал масло, с упущением истинной причины (засор возврата масла, избыточное давление в картере, течь клапана).
- Не игнорируйте метку ориентации поршня (стрелка/выемка) и метку «TOP» на кольце.

Технические значения и контрольные точки

Приведённые ниже значения являются **типовыми / общими справочными диапазонами** для компрессоров грузовых автомобилей; точные значения рабочего давления, зазоров и момента затяжки зависят от типа компрессора и производителя автомобиля. За итоговым значением всегда следует обращаться к сервисному руководству OE.

Параметр	Типовой справочный диапазон	Примечание
Давление отсечки системы (регулятор)	~10–13 bar (≈145–190 psi)	Зависит от воздушной системы автомобиля
Температура выхода (нагнетания) компрессора	Обычно < 200–220 °C мгновенный пик	Постоянный перегрев вызывает нагарообразование
Концевой зазор кольца (замок)	~0,20–0,50 mm (типовой)	Берётся из руководства по диаметру цилиндра
Зазор поршень-цилиндр	Порядка ~0,03–0,10 mm	При износе растёт прорыв газов
Зазор подшипника большой головки шатуна	Порядка десятых-сотых mm (по руководству)	Основной источник стука
Давление подачи масла (от двигателя)	Согласовано с давлением масла двигателя	Низкое давление вызывает ранний износ

Значения момента затяжки также различаются по типу; таблица ниже показывает лишь порядок величины и является справочной, реальное значение следует брать из руководства.

Соединение	Типовой диапазон момента (справочно)	Примечание по применению
Болт шатунной крышки	~20–45 Nm + угол (по типу)	Последовательность и ступени по руководству; при необходимости новый болт
Болты головки цилиндра	Порядка ~20–40 Nm	Крест-накрест и ступенчатая затяжка
Болты клапанной плиты / головки	Ступенчато по руководству	Последовательность важна для посадки прокладки

Совет: Запишите значения момента в таблицу и держите её при себе, обязательно используйте калиброванный динамометрический ключ. В соединениях с затяжкой на угол (torque-to-angle), таких как шатун, затяжка «на глаз» либо сминает подшипник, либо оставляет зазор — и то, и другое означает ранний отказ.

- Проверьте стенку цилиндра на потерю хона (следов хонингования) и овальный износ.
- Проверьте канавки колец на нагар/залегание и свободу перемещения колец.
- Убедитесь, что отверстие возврата масла открыто и чисто.
- Провернув коленвал вручную, подтвердите равномерное сопротивление на каждом обороте (отсутствие заедания).
- При первом запуске наблюдайте за течью масла, шумом и временем нарастания давления.

Обслуживание и ресурс

Ресурс шатунно-поршневой группы компрессора в значительной степени зависит не столько от самой детали, сколько от условий эксплуатации. При чистом масле правильного давления, достаточном охлаждении и разумном рабочем цикле (duty cycle) группа долго служит без проблем; при грязном масле, засорённой линии возврата и постоянной полной нагрузке она быстро выходит из строя.

- **Своевременно меняйте моторное масло и фильтр:** Поскольку компрессор берёт масло от двигателя, качество масла напрямую определяет ресурс группы.
- **Периодически меняйте картридж осушителя воздуха:** Насыщенный осушитель приводит к накоплению влаги и масла в системе и к обратному давлению.
- **Проверяйте линии возврата и подачи масла:** Засор вызывает скопление масла в картере и перегрузку колец.
- **Устраняйте утечки на раннем этапе:** Постоянная утечка повышает рабочий цикл компрессора; постоянно работающий компрессор и перегревается, и быстро изнашивается.
- **Следите за температурой выхода и нагарообразованием:** Перегрев — предвестник залегания колец и пригорания масла.
- **Периодически сливайте воду/масло из ресиверов:** Скопившийся конденсат — ранний индикатор состояния системы.

После обновления группы в первые километры следует внимательно следить за временем нарастания давления, расходом масла и выходом осушителя; при своевременном обнаружении ранних признаков (замасленный воздух, увеличенное время нагнетания) можно предотвратить крупную поломку и остановку в пути. Триада «правильная деталь, правильный монтаж и регулярное обслуживание» — самый дешёвый способ защитить шатунно-поршневую группу, самый дорогой узел компрессора.

Качественная шатунно-поршневая группа, изготовленная в соответствии с типом компрессора вашего автомобиля, с правильным диаметром-ходом, размером пальца и конструкцией подшипника, обеспечивает безопасное и долговечное решение в самом ответственном узле компрессора. Семейство продуктов VADEN ORIGINAL **Шатунно-поршневая группа компрессора (поршень-кольца & шатун)** предлагается для компрессоров грузовых автомобилей с подходом к размерам и материалам, соответствующим логике OE; чтобы подтвердить подходящий для вашего автомобиля референс и выбрать правильную группу, вы можете ознакомиться с нашим семейством продуктов.