



ТЕХНИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО

Масляная форсунка охлаждения поршня: замена и диагностика

Масляная форсунка охлаждения поршня в дизелях грузовиков: признаки неисправности, диагностика, порядок замены, моменты затяжки и советы по обслуживанию.

Это одна из первых деталей, на которую смотрит моторист при разборке двигателя: внутри блока, на уровне постели коренных подшипников, вверх смотрят небольшие латунные или стальные носики. Большинство водителей даже не слышало названия этой детали — до тех пор, пока не прогорит днище поршня, двигатель не начнёт расходовать масло или давление масла на холостом ходу не упадёт неожиданно низко. Масляная форсунка охлаждения поршня (oil spray jet) — это тихо работающая, недорогая, но критически важная деталь двигателей тяжёлой грузовой техники. Засорится — поршень прогорит; погнётся — струя пройдёт мимо, и поршень прогорит снова; заклинит обратный клапан в открытом положении — упадёт давление масла во всём двигателе. Это руководство разбирает масляную форсунку языком сервиса: что она делает, как выходит из строя, как её диагностировать, как правильно установить и как продлить её ресурс.

Примечание Е-Е-А-Т: Этот документ подготовлен технической командой VADEN на основе полевого и продуктового опыта в области систем смазки двигателей тяжёлой грузовой техники. Приведённые здесь значения являются типовыми справочными диапазонами; они меняются в зависимости от семейства двигателя, типа форсунки и года выпуска. Точные значения момента затяжки, давления, давления открытия и допусков на позиционирование всегда берите из актуального руководства по обслуживанию производителя автомобиля/двигателя. **Последнее обновление: сентябрь 2026.**

Расчёт компонентов основан на соответствующем семействе международных стандартов (ISO/EN/DIN/SAE) и OE-спецификации производителя.

Что такое масляная форсунка охлаждения поршня? Назначение и принцип работы

Масляная форсунка охлаждения поршня — это небольшой узел-сопло, который забирает моторное масло под давлением из главной масляной магистрали и впрыскивает его под юбку поршня или в охлаждающий канал внутри поршня, охлаждая поршень и одновременно смазывая стенку гильзы и поршневой палец.

Принцип работы на первый взгляд кажется обыденным, но с точки зрения термодинамики двигателя он является определяющим. Газы в камере сгорания разогревают днище поршня до очень высоких температур; алюминиевый поршень в одиночку не справляется с отводом этого тепла через кольца и гильзу. Форсунка направляет масло из главной магистрали вверх тонкой струёй. Масло ударяется о нижнюю поверхность поршня либо попадает в кольцевой охлаждающий канал, отлитый внутри поршня; при движении поршня вверх-вниз масло в этом канале взбалтывается, забирает тепло и возвращается в картер. Благодаря этому температура днища поршня заметно снижается, а образование нагара в канавке кольца и коксование масла откладываются.

Форсунки обычно располагаются в блоке по одной на цилиндр — на уровне постели коренного подшипника или ввёрнутыми непосредственно в магистраль. В большинстве двигателей тяжёлой грузовой техники в корпусе форсунки есть обратный клапан: клапан остаётся закрытым, пока давление масла не превысит определённый порог, а при превышении порога открывается и начинается впрыск. Логика в том, чтобы сохранять давление в главной магистрали при холодном пуске и на низких оборотах. В некоторых семействах двигателей применяются бесклапанные типы постоянного потока с фиксированным жиклёром, а управление давлением полностью возлагается на масляный насос и редукционный клапан.

- **Носик сопла (жиклёр):** прецизионное отверстие, обеспечивающее тонкую сфокусированную струю масла; его диаметр и угол определяют цель впрыска.
- **Трубка / кронштейн коллектора:** чаще всего сформованный из стали кронштейн, который выводит носик сопла в нужную точку; крайне чувствителен к изгибу.
- **Корпус и узел обратного клапана:** механизм «пружина-шарик» или «пружина-поршень»; перекрывает поток ниже определённого давления открытия.
- **Монтажный фланец или банджо-соединение:** может быть болтовым к блоку или ввёрнутым непосредственно в магистраль.
- **Уплотнительный элемент:** медная шайба, кольцо O-ring или металлическая уплотнительная поверхность.
- **Установочный штифт / выступ:** фиксатор, не дающий форсунке провернуться при монтаже; самая часто упускаемая деталь.

Форсунки с обратным клапаном (с управлением по давлению)

Самый распространённый тип в дизельных двигателях тяжёлой грузовой техники. Прижатый пружиной шарик перекрывает проход, пока давление масла не превысит порог открытия. Если пружина проседает или в седле шарика появится выработка, клапан начнёт открываться раньше времени; тогда давление в главной магистрали падает на холостом ходу, и водитель приезжает в сервис по сигналу приборной панели. И наоборот: если отложения смол и нагара заклинят клапан в закрытом положении, охлаждение поршня прекращается полностью, а неисправность развивается незаметно.

Форсунки постоянного потока (бесклапанные, с фиксированным жиклёром)

Конструкция проще; впрыскивают, пока в магистрали есть давление. Масляный насос двигателя и регулирование давления рассчитаны с учётом этого расхода. Главный риск такого типа — засорение: грязное масло, обрывок старой прокладки или попавшая при монтаже стружка перекрывают носик сопла, и в одном цилиндре начинается термическое повреждение.

Исполнения с подачей в канал (gallery-cooled) и впрыском под юбку

В двигателях тяжёлой грузовой техники с высокой удельной мощностью внутри поршня есть кольцевой охлаждающий канал, и струя форсунки должна точно попадать во входное отверстие этого канала. Допуск на позиционирование — доли миллиметра. В менее нагруженных исполнениях струя просто орошает область под юбкой поршня; здесь требования к точности позиционирования относительно ниже, но изгиб кронштейна всё равно недопустим.

Применение / архитектура двигателя	Распространённый тип форсунки	Способ крепления	Характерная склонность к отказу
Дизель тяжёлой грузовой техники с системой common rail (напр. DAF MX-13 , Iveco Cursor 11/13, MAN D26)	С обратным клапаном, с подачей в канал поршня	Фланец на блоке под болт M6/M8	Усталость клапана, сбитая при монтаже соосность струи
Двигатели тягачей с насос-форсунками / индивидуальными ТНВД (EUP-PDE) (напр. Mercedes-Benz OM 457 , поколение Scania DC13 PDE)	С обратным клапаном, с длинным кронштейном	На болтах на уровне постели коренного подшипника	Изгиб кронштейна, следы контакта с поршнем

Применение / архитектура двигателя	Распространённый тип форсунки	Способ крепления	Характерная склонность к отказу
Автобусные и горизонтальные исполнения (напр. Mercedes-Benz OM 936, MAN D2066 LOH)	Постоянного потока, фиксированный жиклёр	Корпус, ввёрнутый в магистраль	Засорение отложениями и нагаром
Тяжёлые дизели строительной техники (напр. Cummins ISB/ISL, семейство Deutz TCD)	С обратным клапаном, с коротким кронштейном	Банджо-болт с медной шайбой	Грязное масло, увеличенный интервал обслуживания
Двигатели нового поколения с высокой удельной мощностью (напр. Mercedes-Benz OM 471, Volvo D13TC)	С высоким давлением открытия, узкоугольная струя	Фланец со штифтом и фиксацией	Промак мимо канала поршня, низкое качество масла

Семейства двигателей в таблице приведены, чтобы показать наиболее часто встречающиеся в сервисной практике примеры каждой архитектуры; в разные годы выпуска одного и того же семейства двигателей тип форсунки и способ крепления могут отличаться. Подбор всегда выполняется по OE-референсу снятой детали.

Проверка номера детали обязательна. Даже в пределах одного семейства двигателей угол струи, длина кронштейна, давление открытия и расположение отверстий фланца могут отличаться в зависимости от года выпуска и типа поршня. Внешнее сходство корпуса никогда не означает взаимозаменяемости: форсунка с неверным углом после установки выглядит работающей, а свой ущерб покажет через сотни часов — на днище поршня. Перед заказом сверяйте вместе OE-номер снятой детали, номер двигателя и тип поршня.

Признаки неисправности и диагностика

Самая сложная сторона неисправностей масляной форсунки в том, что их симптомы один в один совпадают с другими отказами. Расход масла списывают на турбину, стук — на шатунный вкладыш, низкое давление — на масляный насос. Правильный порядок: сначала проверить систему смазки в целом, затем посмотреть, разделяется ли картина по цилиндрам. Признаки, сосредоточенные в одном цилиндре, почти всегда указывают именно на форсунку этого цилиндра.

Симптом	Возможная причина	Проверка / подтверждение
Заметное падение давления масла на холостом ходу, лампа тревоги на прогревом двигателя	Обратный клапан одной или нескольких форсунок открывается раньше времени либо остался открытым	Измерьте механическим манометром давление на прогревом холостом ходу и на номинальных оборотах; если насос и редукционный клапан исключены, при снятии картера проверяются клапаны форсунок
Рост расхода масла в одном цилиндре, сажа/нагар в этом цилиндре	Форсунка засорена, струя проходит мимо канала поршня; поршень перегревается, канавка кольца разрушается	Выполните покилндровый замер компрессии и тест на герметичность; осмотрите эндоскопом днище поршня и поверхность гильзы

Симптом	Возможная причина	Проверка / подтверждение
Металлический стук, отчётливый на холодную и уменьшающийся при прогреве (стук поршня)	Недостаточная смазка юбки, увеличение зазора поршень-гильза	Определите стетоскопом, к какому цилиндру относится звук; проверьте, есть ли в этом же цилиндре потеря компрессии
Постоянный рост температуры отработавших газов и температуры масла	Общее ослабление охлаждения поршней (засорённые форсунки, низкий расход)	Отслеживайте под нагрузкой показания температуры масла и EGT; исключите масляный фильтр и сторону теплообменника
Оплавление, прогар днища поршня или поломка кольца	Долго не работавшая форсунка охлаждения поршня	При разборке двигателя снимите форсунку соответствующего цилиндра; проверьте носик сопла, соосность кронштейна и подвижность клапана
Рост содержания алюминия и железа в анализе масла	Износ от трения на юбке поршня и поверхности гильзы	Читайте периодический анализ масла в сравнении; при резком скачке планируйте механическую дефектовку
Повторное повреждение поршня вскоре после капитального ремонта	При сборке погнут кронштейн, форсунка установлена наоборот/провернута либо установочный штифт не сел на место	Проверьте протокол контроля перед сборкой; подтвердите цель струи приспособлением для позиционирования или мерным щупом
При снятии картера заметные отложения нагара/лака в одном цилиндре	Локальный перегрев, коксование масла в этой зоне	Оценивайте нижнюю поверхность поршня и носик форсунки вместе; цвет и толщина отложений дают представление о причине

Измерение давления масла: не по прибору, а манометром

Панельный указатель и данные электронного датчика дают первое представление, но решение принимается по механическому манометру. Замер делайте после выхода температуры масла в нормальный рабочий диапазон, как на холостом ходу, так и на номинальных оборотах. Если давление низкое только на холостом ходу и с ростом оборотов возвращается в норму, оцениваются совместно обратные клапаны форсунок, зазоры вкладышей и редукционный клапан. Если давление низкое на всех режимах, сначала исключают насос, маслоприёмник и фильтр. Измеренные значения обязательно сравнивайте с диапазоном из руководства по обслуживанию именно этого двигателя.

Разделение по цилиндрам: самая надёжная подсказка

Неисправность системы смазки влияет на весь двигатель; отказ форсунки обычно выделяется в одном цилиндре. Поэтому записывайте результаты компрессии, теста на герметичность и эндоскопии в таблицу по каждому цилиндру. Если в одном цилиндре днище поршня заметно отличается по цвету от остальных, канавка кольца закоксована или в верхней зоне гильзы есть след задира, подозрение сразу переходит на форсунку этого цилиндра.

Осмотр форсунки после снятия

Когда форсунка в руках, проверяют следующее: открыт ли носик сопла, нет ли изгиба или зарубки на кронштейне, нет ли на корпусе следа контакта с поршнем, свободно ли ходит обратный клапан. Для проверки клапана можно провести контролируемое испытание чистым маслом низкого давления или сжатым воздухом; однако для численного подтверждения давления открытия нужен калиброванный

стенд. Повторно использовать сомнительную деталь — значит вернуть двигатель с новыми поршнями в тот же риск.

Дополнительные материалы

Понятный технический обзор этой темы см. в справочной статье на [Wikipedia](#). Всегда сверяйте конкретные значения и процедуры с сервисными данными изготовителя.

Порядок замены / установки

Средства индивидуальной защиты и безопасность: перед работами на двигателе выключите зажигание, отключите массу АКБ и дождитесь полного остывания двигателя. Горячее моторное масло создаёт серьёзный риск ожога. Нитриловые перчатки, защитные очки и спецодежда обязательны. При работах под картером или блоком автомобиль должен быть надёжно зафиксирован подходящими подставками, а при опрокидывании кабины необходимо проверить фиксатор опрокидывания. Слитое масло и загрязнённая ветошь утилизируются согласно процедуре обращения с отходами. На большинстве двигателей замена масляной форсунки требует снятия картера, а в отдельных исполнениях — полной разборки двигателя; доверяйте эту работу авторизованному сервису с опытом ремонта двигателей.

- 1 **Зафиксируйте диагностику документально:** до разборки запишите замеры давления масла, покилиндровые значения компрессии и снимки эндоскопа. Это единственный способ сравнить состояние после сборки.
- 2 **Обеспечьте безопасность автомобиля и двигателя:** ровная площадка, стояночный тормоз, противооткатные упоры, выключенная масса АКБ. Полностью слейте моторное масло в подходящую ёмкость и внесите масляный фильтр в список снимаемых деталей.
- 3 **Обеспечьте доступ:** снимите поддон картера, при необходимости маслоприёмник и, если он есть, нижнюю усилительную плиту. Группируйте болты отдельно по местам установки; разница в длине критична при сборке.
- 4 **ЗадOCUMENTИРУЙТЕ ПОЛОЖЕНИЕ ДО СНЯТИЯ:** сфотографируйте положение каждой форсунки, направление струи и угол кронштейна. Установите коленчатый вал в подходящее положение, чтобы работать без риска контакта форсунки с поршнем/шатуном.
- 5 **Снимите форсунки:** постепенно ослабляйте болты фланца или банджо-соединения. Ни в коем случае не используйте кронштейн как рычаг; деталь извлекают, удерживая за корпус. Каждую снятую форсунку промаркируйте номером цилиндра.
- 6 **Очистите посадочное место и вход магистрали:** удалите с посадочной поверхности остатки старой шайбы и нагарные отложения. Во вход магистрали не должны попасть стружка, обрывок прокладки или ворс от ветоши; это забьёт новую деталь при первом же запуске.
- 7 **Сравните новую деталь один в один:** длина кронштейна, угол струи, расположение отверстий фланца, установочный штифт и тип обратного клапана должны совпадать со старой деталью. При малейшем отличии не устанавливайте и перепроверьте референс.

- 8 **Установите новую форсунку:** используйте новую медную шайбу или кольцо O-ring. Установите деталь в посадочное место, заведите установочный штифт/выступ, наживите болт рукой. Затем затяните ступенчато моментом из руководства по обслуживанию. При затяжке не опирайтесь на кронштейн.
- 9 **Проверьте соосность струи:** проворачивая коленчатый вал вручную, убедитесь, что поршень ни в одном положении не касается форсунки. В исполнениях с подачей в канал обязательно используйте фирменное приспособление для позиционирования, если оно есть; при его отсутствии подтвердите визуально и замером, что ось струи направлена во входное отверстие канала поршня.
- 10 **Проверьте поток:** по возможности подайте давление в магистраль внешней установкой предварительной прокачки (priming) и визуально убедитесь, что все форсунки впрыскивают. Этот шаг — самая ценная проверка, предотвращающая повторную разборку двигателя из-за одного засорённого жиклёра.
- 11 **Соберите и проведите первый запуск:** закройте картер с новой прокладкой, установите новый фильтр и залейте масло правильной вязкости/спецификации. При первом запуске держите холостые обороты, убедитесь, что давление масла вышло на ожидаемый диапазон, проверьте отсутствие течей; после короткого ходового теста ещё раз проверьте давление и уровень.

Замена форсунок комплектом при уже разобранном двигателе снимает риск повторения той же работы вскоре после ремонта. Подбор при этом ведётся по OE-референсу снятой детали и типу двигателя; референсы масляных форсунок в программе запасных частей для двигателей VADEN ORIGINAL перечислены по той же логике OE-соответствия.

На что обратить внимание (частые ошибки)

Самая дорогая ошибка: выправить погнутый кронштейн и поставить обратно. Кронштейн форсунки — это сформованный и позиционированный элемент; выправленный вручную кронштейн уже никогда не вернётся к прежней цели. Отклонение в несколько градусов приводит к тому, что в поршнях с охлаждающим каналом струя промахивается полностью, а днище поршня за короткое время получает термическое повреждение. Погнутая, надрубленная или имеющая следы контакта форсунка заменяется, а не правится.

Чистота на этой детали решает всё. Отверстие жиклёра масляной форсунки очень малó. Попавшая при монтаже в магистраль стружка, ворсинка ветоши или обрывок старой прокладки выведут новую деталь из строя при первом же запуске, и результатом снова станет повреждение поршня. Посадочные места нужно заглушать, использовать безворсовый материал, а все снятые болты и шайбы пересчитывать и учитывать.

- **Повторное использование медной шайбы/кольца O-ring:** обжатый уплотнительный элемент даёт внутреннюю утечку; расход через жиклёр падает, давление в магистрали ослабевает.
- **Превышение момента затяжки:** срыв резьбы и деформация корпуса на болтах малого диаметра чаще всего происходят именно поэтому; пользуйтесь динамометрическим ключом.

- **Заменить одну неисправную форсунку и оставить остальные:** прочие жиклёры того же возраста и с той же наработкой встанут в очередь вскоре после ремонта; при разобранном двигателе правильный подход — замена комплектом.
- **Применение детали с другим давлением открытия:** напрямую нарушает давление масла на холостом ходу и поведение при холодном пуске; давление открытия должно соответствовать OE-референсу.
- **Затяжка без посадки установочного штифта/выступа:** форсунка провернётся при монтаже, струя уйдёт в неверном направлении, и неисправность начнётся незаметно.
- **Проворачивание коленчатого вала без контроля:** при контакте шатуна с кронштейном форсунки деталь погнётся, и повреждения вы при сборке не заметите.
- **Применение масла неверной вязкости и спецификации:** чрезмерная густота на холодную снижает расход через жиклёр и качество распыла.
- **Увеличенный интервал замены масла:** нагар и лаковые отложения сначала делают обратный клапан вялым, а затем сужают носик сопла.

Технические значения и контрольные точки

Приведённые ниже значения являются *типовыми / общими справочными* диапазонами для дизельных двигателей тяжёлой грузовой техники. Они меняются в зависимости от семейства двигателя, типа форсунки и производителя; точное значение берётся из руководства по обслуживанию.

Параметр	Типовой справочный диапазон	Примечание
Давление открытия обратного клапана форсунки	примерно 1,0 – 3,0 bar ($\approx$ 15 – 44 psi)	Меняется по семейству двигателя; деталь с другим давлением открытия не применяется
Давление масла, прогретый холостой ход	примерно 1,0 – 2,5 bar ($\approx$ 15 – 36 psi)	Ниже границы совместно оцениваются клапаны форсунок, зазоры вкладышей и насос
Давление масла, номинальные обороты / нагрузка	примерно 3,0 – 5,5 bar ($\approx$ 44 – 80 psi)	Этот диапазон ограничивается редукционным клапаном
Температура моторного масла, нормальная работа	примерно 90 – 120 °C	Постоянная работа у верхней границы ставит под вопрос охлаждение поршней
Рабочая температура зоны днища поршня	типично порядка 250 – 350 °C	При прекращении охлаждения это значение быстро растёт и приближается к пределу прочности алюминия
Диаметр носика сопла (жиклёра)	значение производителя; определяется по семейству двигателя и типу поршня	Диаметр и угол распыла вместе задают цель; носик не рассверливается, отверстие не обрабатывается. Проверка выполняется на калиброванном стенде вместе с замером расхода
Безопасный зазор между струёй и поршнем	значение производителя (в большинстве исполнений порядка миллиметров)	Отсутствие контакта во всех положениях подтверждается ручным проворотом коленчатого вала

Параметр	Типовой справочный диапазон	Примечание
Расход масла на одну форсунку	задаётся производителем; замер выполняется на стенде	В сервисе проводится визуальный контроль впрыска, численный расход не измеряется

Точка крепления	Типовой диапазон момента	Предупреждение
Болт фланца форсунки (M6)	примерно 8 – 14 Nm	Малый диаметр; динамометрический ключ обязателен, не затягивайте «по ощущению»
Болт фланца форсунки (M8)	примерно 20 – 30 Nm	Затягивайте ступенчато, не опирайтесь на кронштейн
Банджо-болт форсунки	примерно 25 – 40 Nm	При каждой сборке применяется новая медная шайба
Тип с корпусом, ввёрнутым в магистраль	значение производителя	Применение резьбового герметика определяется руководством
Болты поддона картера	примерно 20 – 30 Nm	Затяжка ступенчатая, по схеме от центра к краям

Совет из сервиса: подать давление в магистраль внешней предварительной прокачкой при разобранном двигателе и понаблюдать за форсунками глазами — это самые окупаемые пять минут во всей работе. Не закрывайте картер, пока не увидели, что каждый жиклёр впрыскивает и направлен верно. Слабый или рассеянный распыл одного жиклёра — первый признак засорения.

- Периодически фиксируйте давление масла на прогретом холостом ходу; снижающийся со временем тренд — раннее предупреждение.
- Следите за динамикой содержания алюминия и железа в анализе масла; значимо не разовое значение, а тренд.
- При заменах масла оценивайте цвет и запах старого масла; запах гари — признак локального перегрева.
- Под нагрузкой сравнительно отслеживайте температуру масла и, если доступны, данные EGT.
- При разборке двигателя сравнивайте цвет отложений на нижних поверхностях поршней по каждому цилиндру.
- После капитального ремонта в указанный производителем период обкатки внимательно контролируйте давление и уровень масла.

Обслуживание и ресурс

У масляной форсунки нет собственного интервала обслуживания; её ресурс напрямую зависит от качества моторного масла, дисциплины замены и общей чистоты двигателя. В двигателе, где используется масло правильной спецификации и вовремя меняется фильтр, форсунки в большинстве случаев работают без замечаний до капитального ремонта. Напротив, в двигателе с увеличенными интервалами и маслом низкого качества обратные клапаны становятся вялыми, носик сопла сужается, а неисправность зреет незаметно.

- **Не затягивайте с интервалом масла и фильтра:** в условиях городского режима «старт-стоп», стройплощадки и тяжёлых нагрузок сокращайте интервал в пределах, допускаемых производителем.
- **Применяйте масло правильной спецификации:** вязкость и класс эксплуатационных свойств напрямую влияют на качество распыла жиклёра и поведение на холодную.
- **Избегайте избыточной работы на холостом ходу:** длительный холостой ход и увеличивает образование нагара, и держит охлаждение поршней на грани из-за низкого давления.
- **Не глушите двигатель без остывания:** короткая пауза на холостом ходу после тяжёлой нагрузки снижает локальный перегрев и коксование масла.
- **Введите анализ масла в регламент:** периодический анализ в парковой технике выявляет износ поршней и гильз до того, как неисправность станет заметной.
- **При разборке двигателя меняйте комплектом:** если выполняется капитальный ремонт, замена гильз или поршней, форсунки также подлежат замене; повторно использованный уставший жиклёр ставит под риск новый поршень. При планировании ремонта форсунки должны вноситься в дефектную ведомость отдельной позицией — как прокладки и комплект колец.
- **Не пренебрегайте состоянием системы охлаждения:** недостаточное охлаждение двигателя полностью перекладывает нагрузку по охлаждению поршней на масляную сторону.
- **Быстро устраняйте неисправности топливной системы:** нарушенный распыл и позднее сгорание повышают температуру днища поршня и делают задачу форсунки невыполнимой.

Словом, ресурс этой детали измеряется не пробегом, а условиями эксплуатации. В ухоженном двигателе о масляной форсунке практически не вспоминают; в запущенном она становится тихой причиной самого дорогого повреждения. Разница между стоимостью маленькой детали и прогоревшим поршнем, повреждённой гильзой и полным капитальным ремонтом — самый практичный вывод этого руководства.