



ТЕХНИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО

DPF: диагностика, очистка и обслуживание сажевого фильтра

Сажевый фильтр DPF грузовика: принцип работы, отличие пассивной регенерации от активной, признаки засорения, методы очистки и требования законодательства.

Городской грузовик, развозящий грузы, весь день движется с частыми короткими остановками; двигатель никогда не успевает прогреться и подолгу поработать на высоких оборотах. Через несколько недель на приборной панели загорается оранжевая лампа DPF, после чего автомобиль теряет мощность и переходит в защитный режим с ограничением скорости. Водитель поначалу думает, что дело в топливе, но на самом деле проблема в том, что забился сажевый фильтр в выхлопном тракте. Это руководство подробно разбирает систему DPF на тяжёлой грузовой технике — как она удерживает сажу, как проходит регенерация, какие признаки указывают на засорение, как влияет эксплуатация на короткие расстояния и какими методами и с какими ограничениями выполняется очистка.

Этот документ подготовлен технической командой VADEN для сажевых фильтров (DPF) и систем контроля выхлопных выбросов тяжёлой грузовой техники. Приведённые значения носят общий справочный характер; точные данные следует брать из актуального сервисного руководства производителя, соответствующего коду двигателя и шасси конкретного автомобиля. Последнее обновление: сентябрь 2026.

Что такое DPF? Назначение и принцип работы

Сажевый фильтр (DPF, Diesel Particulate Filter) — это компонент системы контроля выбросов, расположенный в выхлопном тракте дизельных двигателей тяжёлой грузовой техники, который физически улавливает частицы сажи и копоти из выхлопных газов в пористой керамической сотовой структуре. Заполненный фильтр очищается путём регенерации — периодического выжигания накопленной сажи при высокой температуре — и снижает массовый выброс твёрдых частиц более чем на девяносто девять процентов.

DPF располагается в выхлопном тракте сразу после дизельного окислительного катализатора (DOC) и содержит внутри корпуса тысячи каналов сотовой формы с закрытыми с одной стороны торцами. Выхлопной газ входит в один канал, проходит через пористую стенку и выходит через соседний канал; эта структура «проточного типа через стенку» (wall-flow) обеспечивает физическое отфильтровывание частиц сажи из потока газа. Корпус фильтра обычно изготавливается из кордиеритовой керамики или карбида кремния; карбид кремния благодаря более высокой теплопроводности обеспечивает более равномерное распределение температуры во время регенерации.

Перепад давления на фильтре — самый прямой сигнал того, насколько заполнен DPF. Датчик дифференциального давления, установленный на входе и выходе фильтра, непрерывно измеряет сопротивление, которое выхлопной газ встречает при прохождении через фильтр; по мере накопления сажи это сопротивление растёт. Блок управления двигателем объединяет данные датчика давления с оборотами двигателя, температурой выхлопных газов и пройденным расстоянием, чтобы оценить количество сажи в фильтре по расчётной модели — на практике эту модель называют «моделью сажи» (soot model).

Как DPF удерживает сажу?

DPF работает, пропуская поток газа через стенки каналов; частицы сажи слишком крупные, чтобы пройти через поры стенки, поэтому они накапливаются на внутренней поверхности канала и внутри пор. Эффективность улавливания превышает девяносто девять процентов по массе и охватывает даже самые мелкие частицы нанометрового размера. По мере роста накопления сажи сопротивление,

которое фильтр оказывает потоку выхлопных газов, увеличивается; когда это сопротивление превышает определённый порог, блок управления двигателем инициирует запрос на регенерацию.

В чём разница между DPF и DOC (дизельным окислительным катализатором)?

DOC — это катализатор, который химически окисляет угарный газ и несгоревшие углеводороды в выхлопном газе и не улавливает твёрдые частицы; обычно он располагается перед DPF. DPF же представляет собой физический фильтр: он удерживает твёрдые частицы, такие как сажа и копоть, в пористой стенке. На практике оба компонента работают вместе: DOC окисляет NO выхлопного газа до NO₂, питая пассивную регенерацию; DPF использует этот NO₂ для выжигания сажи при более низкой температуре. То, что на автомобиле часто описывают как «неисправность катализатора», на практике чаще всего оказывается неисправностью не DOC, а самого DPF.

Игнорирование загоревшейся лампы DPF и продолжение движения быстро приводит к тому, что блок управления двигателем переходит в защитный режим (limp mode) с ограничением мощности. Если лампа горит постоянно или автомобиль теряет мощность, сначала следует дать возможность завершиться пассивной или активной регенерации при подходящих условиях движения (длинный участок дороги с постоянной скоростью), а если результата нет — провести диагностику в сервисе.

В чём разница между пассивной и активной регенерацией?

Регенерация — это процесс самоочистки DPF за счёт выжигания накопившейся сажи, который происходит по двум разным механизмам: пассивному и активному. В зависимости от профиля эксплуатации автомобиля эти два механизма дополняют друг друга; при постоянной городской эксплуатации пассивная регенерация не достигает нужной температуры, поэтому активная регенерация включается чаще.

Пассивная регенерация — это непрерывный процесс, протекающий в фоновом режиме и незаметный для водителя. Когда температура выхлопных газов естественным образом повышается на скорости шоссе и под нагрузкой, NO₂, вырабатываемый DOC, способен выжигать сажу в DPF уже при такой температуре; дополнительный впрыск топлива или вмешательство блока управления двигателем не требуются. На автомобилях, совершающих длительные рейсы по трассе, DPF практически никогда не запрашивает активную регенерацию.

Активная регенерация — это процесс, который блок управления двигателем запускает самостоятельно, обнаружив, что количество накопленной сажи превысило установленный порог. Блок управления подаёт в цилиндры дополнительный поздний впрыск (post-injection) или направляет топливо через форсунку/нагреватель в выхлопном тракте, вызывая экзотермическую реакцию на DOC; эта реакция заметно повышает температуру выхлопных газов и напрямую выжигает сажу кислородом. Активная регенерация обычно длится двадцать–сорок минут и наиболее эффективно завершается при движении с постоянной скоростью; частые остановки и трогания прерывают регенерацию на середине.

Сравнение видов регенерации DPF

Вид регенерации	Как запускается	Типичная температура выхлопных газов	Заметна ли водителю?
Пассивная регенерация	Естественно, на скорости шоссе и под нагрузкой	Примерно 300–400°C	Нет, протекает постоянно в фоновом режиме

Вид регенерации	Как запускается	Типичная температура выхлопных газов	Заметна ли водителю?
Активная регенерация	Блок управления двигателем запускает самостоятельно при превышении порога сажи	Примерно 550–650°C	Частично — шум вентилятора, временный рост расхода топлива
Принудительная (сервисная) регенерация	Запускается вручную техником с помощью диагностического прибора	Примерно 600–650°C, автомобиль неподвижен	Да — автомобиль стоит, повышенный шум на холостом ходу

Когда применяется принудительная (сервисная) регенерация?

Если активная регенерация несколько раз подряд прерывается или количество сажи достигает уровня, при котором активная регенерация уже не может безопасно завершиться, блок управления двигателем переходит к ограничению мощности и выдаёт предупреждение, которое не устраняется действиями водителя. В этом случае автомобиль паркуют на открытой площадке и запускают принудительную регенерацию через диагностический прибор; во время процедуры двигатель работает на повышенных оборотах холостого хода, температура выхлопных газов контролируемо повышается, и сажа выжигается. Принудительная регенерация не даёт результата, если фильтр физически переполнен или забит золой (ash); в этом случае требуется снять фильтр для очистки или заменить его.

Как распознать засорение DPF? Признаки и причины

Засорение DPF — постепенный процесс, напрямую влияющий на характеристики автомобиля. Первые признаки чаще всего проявляются в виде предупреждающей лампы на приборной панели; если их проигнорировать, за ними следуют потеря мощности, рост расхода топлива и в итоге переход в защитный режим. В таблице ниже приведены часто встречающиеся на практике признаки, их вероятные причины и способы проверки.

Признаки засорения DPF, вероятные причины и способы проверки

Признак	Вероятная причина	Проверка / подтверждение
Лампа предупреждения DPF горит постоянно	Превышен порог накопления сажи, регенерация не завершается	Считать диагностическим прибором процент сажи и историю регенераций
Срабатывает ограничение мощности двигателя (limp mode)	Превышено предельное давление перед фильтром, ЭБУ перешёл в защитный режим	Проверить показания датчика дифференциального давления и код неисправности
Активная регенерация часто запускается, но не завершается	Постоянная эксплуатация на короткие расстояния/в городе, температура выхлопа не достигает нужного значения	Пересмотреть профиль эксплуатации, обеспечить полноценный пробег по трассе
Заметно вырос расход топлива	Возрос дополнительный впрыск топлива из-за частых активных регенераций	Изучить журналы частоты регенераций, оценить скорость накопления сажи
Уровень моторного масла неожиданно повышается	Несгоревшее топливо от прерванных активных регенераций попадает в картер (разбавление масла)	Проверить уровень и запах масла, выполнить анализ масла

Признак	Вероятная причина	Проверка / подтверждение
Белый или синеватый дым из выхлопной трубы	Разбавление масла зашло далеко, возможно попадание масла в камеру сгорания	Проверить уровень и вязкость масла, при необходимости заменить масло
Сигнал датчика дифференциального давления постоянен или нелогичен	Шланг датчика забит, засорён грязью/сажей либо датчик неисправен	Продуть шланги датчика и проверить, измерить сигнал датчика

Как эксплуатация на короткие расстояния влияет на DPF?

Эксплуатация на короткие расстояния с частыми остановками и троганиями в городском цикле — самое тяжёлое рабочее условие для DPF. Когда двигатель холодный или работает на оборотах, близких к холостому ходу, температура выхлопных газов не поднимается до уровня, необходимого для пассивной регенерации; сажа продолжает накапливаться в фильтре, не выжигаясь. В этом случае блок управления двигателем чаще запускает активную регенерацию, но поскольку каждая поездка заканчивается через несколько километров, регенерация чаще всего прерывается на середине.

Что такое разбавление моторного масла топливом?

Во время активной регенерации в цилиндры подаётся дополнительное топливо для повышения температуры выхлопных газов, часть которого сгорает не полностью; если поездка прерывается быстро, часть несгоревшего топлива смывается со стенок цилиндров и попадает в масло картера. На автомобилях, постоянно эксплуатируемых на короткие расстояния и никогда не завершающих регенерацию полностью, уровень масла со временем повышается, вязкость масла падает, а смазывающая способность ухудшается. При значительном разбавлении масла смазка внутренних узлов двигателя становится недостаточной, поэтому уровень и запах масла нужно регулярно проверять.

Для автомобилей, постоянно работающих на городских маршрутах на короткие расстояния, поездка не реже раза в неделю на протяжении примерно двадцати-тридцати минут с постоянной и достаточно высокой скоростью (по возможности по трассе) помогает завершить пассивную регенерацию и удержать количество сажи на безопасном уровне. Эта простая привычка заметно снижает потребность в принудительной сервисной регенерации и риск ранних отказов DPF.

Стандарты и дополнительные материалы

Нормативный контекст этой темы см. в [Regulation \(EC\) No 595/2009 \(Euro VI heavy-duty emissions\)](#). Всегда сверяйте конкретные значения и процедуры с действующим нормативом и сервисными данными изготовителя.

Как очистить забитый DPF? Методы, этапы и ограничения

Если принудительная регенерация не даёт результата или количество сажи в DPF чрезмерно велико, фильтр необходимо снять с автомобиля и очистить физически. Распространены три метода: печная (термическая/пиролитическая) очистка, ультразвуковая очистка и химическая очистка (раствором).

Выбор метода зависит от типа отложений внутри фильтра — от того, идёт ли речь о горючей саже или негорючей золе (ash).

Печная очистка заключается в нагреве фильтра по контролируемой температурной программе в специальной печи, при котором выжигаются органическая сажа и остатки масла внутри фильтра. Процесс может занимать несколько часов, а температура повышается и снижается ступенчато, чтобы не повредить подложку (substrate) фильтра. Ультразвуковая очистка заключается в воздействии на фильтр в специальном жидком растворе высокочастотных звуковых волн, создающих схлопывание пузырьков (кавитацию); этот метод эффективно удаляет мелкие частицы из глубины пор и обычно завершается продувкой сжатым воздухом или промывкой водой. Химическая очистка предполагает выдержку фильтра в специальном растворе, растворяющем сажу и золу, с последующей промывкой; она даёт быстрый результат при лёгком и среднем засорении.

Ни один из методов очистки не устраняет физическое повреждение подложки фильтра (трещины, сколы, оплавление/остекленение от перегрева); даже после очистки такой фильтр не восстанавливает способность удерживать сажу. Кроме того, очистка лишь частично удаляет негорючую золу (ash), образующуюся из присадок моторного масла и износа деталей, — зола постепенно накапливается на протяжении всего срока службы фильтра, и по достижении определённого уровня фильтр необходимо заменить.

Пошаговая процедура очистки DPF

Дизельную сажу и зольную пыль внутри снятого корпуса DPF нельзя вдыхать: частицы дизельного выхлопа относятся к респираторной фракции, а зола содержит оксиды металлов из присадок моторного масла. При снятии, переноске и очистке фильтра используйте термостойкие перчатки, противопылевую маску класса FFP3 и защитные очки или щиток. Не встряхивайте и не продувайте фильтр всухую в открытом помещении мастерской; применяйте закрытую камеру или стол с вытяжкой, удерживающей пыль. При работе с химическим раствором надевайте химически стойкие перчатки и работайте в хорошо проветриваемой зоне. Выхлопной тракт остаётся горячим долго после остановки двигателя; перед началом снятия дождитесь его полного остывания.

- 1 Подключите автомобиль к диагностическому прибору и зафиксируйте процент накопления сажи в DPF, показания датчика давления и историю регенераций. Знание состояния до снятия необходимо для сравнения.
- 2 Проверьте, была ли дана возможность пассивной регенерации при подходящих условиях движения (длинный участок дороги с постоянной скоростью); если нет, сначала следует опробовать этот вариант.
- 3 Запустите принудительную (сервисную) регенерацию через диагностический прибор. Автомобиль должен быть неподвижен, находиться на хорошо проветриваемой площадке, двигатель должен работать.
- 4 Если принудительная регенерация не завершается или при нескольких попытках даёт один и тот же результат, примите решение о физической очистке фильтра.

- 5 Дайте остыть выхлопному тракту, отключите аккумулятор и снимите корпус DPF с автомобиля, отсоединив датчики, патрубки и уплотнения вокруг него.
- 6 Визуально осмотрите корпус фильтра; проверьте наличие трещин, вмятин или следов остекленения от перегрева. Повреждённый корпус очисткой не восстанавливается.
- 7 В зависимости от типа отложений (горючая сажа или негорючая зола) выберите печную, ультразвуковую или химическую очистку; при необходимости применяйте методы последовательно.
- 8 После очистки продуйте фильтр сжатым воздухом в направлении, обратном потоку газов, чтобы удалить отслоившиеся отложения сажи и золы; выполняйте эту операцию с соблюдением указанных выше мер защиты от пыли.
- 9 Если применялся влажный метод (ультразвуковая ванна или химический раствор), перед установкой и проверкой полностью просушите фильтр контролируемым тёплым воздухом; влага внутри подложки остаться не должна. На влажном фильтре измерение перепада давления даёт обманчиво высокий результат, а остаточная влага создаёт риск термических напряжений из-за резкого испарения при первой регенерации на автомобиле. Температура и продолжительность сушки определяются указаниями изготовителя очистного оборудования.
- 10 Только после полного высыхания фильтра убедитесь, что каналы открыты, визуально и с помощью теста перепада давления.
- 11 Установите фильтр на автомобиль с новыми уплотнениями и, при необходимости, новыми шлангами датчиков; затяните соединения крест-накрест с моментом, указанным производителем.
- 12 Подключите аккумулятор и включите зажигание; затем сбросьте показания датчика дифференциального давления и, при необходимости, модель сажи через диагностический прибор. После завершения сброса выполните тестовую поездку по безопасному маршруту, чтобы убедиться в правильном поведении регенерации.

На что обратить внимание: типичные ошибки

При обслуживании DPF и вмешательстве в его работу на практике чаще всего встречаются следующие ошибки:

- **Игнорировать предупреждающую лампу и продолжать движение:** по мере роста количества сажи давление на фильтре повышается, двигатель переходит в защитный режим, и потеря мощности усиливается.
- **Выполнять принудительную регенерацию в закрытом непроветриваемом помещении:** температура выхлопных газов заметно повышается; находящиеся рядом горючие материалы создают риск пожара.
- **Глушить двигатель до завершения регенерации:** прерванный на середине цикл регенерации не только не очищает сажу полностью, но и повышает риск разбавления масла.

- **Только сбрасывать лампу/код, не проверяя фильтр:** если количество сажи превышает предел, код быстро возвращается, а фильтр физически остаётся заполненным.
- **Использовать неподходящее моторное масло:** масло с высоким содержанием серы, золы и фосфора (SAPS) ускоряет необратимое накопление золы в DPF.
- **Не сбрасывать датчик давления/модель сажи после очистки:** блок управления двигателем продолжает считать фильтр заполненным и выдаёт лишние запросы на регенерацию.
- **Очищать фильтр без устранения неисправности форсунки или турбины:** фильтр, очищенный при неустранённой неисправности, вызывающей чрезмерную утечку масла или топлива, вскоре забивается снова.

Законно ли снимать или отключать DPF?

Полное снятие DPF с автомобиля, физическое вскрытие и опустошение его внутренней структуры или программное изменение блока управления двигателем так, чтобы он «не видел» фильтр, — это вмешательство, отключающее систему контроля выбросов, и оно расценивается как манипуляция с выбросами. Данное руководство не описывает и не объясняет, как выполнить подобное вмешательство; ниже приведены только его юридические и практические последствия.

Оборудование контроля выбросов автомобиля, сертифицированного в соответствии с действующим для тяжёлой грузовой техники европейским законодательством об официальном утверждении типа (семейство стандартов выбросов Евро VI и соответствующие регламенты об утверждении типа) и правилом UNECE R49, является неотъемлемой частью конфигурации, указанной при утверждении типа; снятие или отключение DPF делает автомобиль несоответствующим утверждённому типу. При периодическом техосмотре измеряется уровень выхлопных газов/дымности и проверяется комплектность оборудования контроля выбросов; если на автомобиле со снятым или отключённым DPF такое вмешательство будет выявлено, может быть зафиксирована серьёзная неисправность, а автомобиль может быть признан непригодным к эксплуатации на дорогах. Ряд стран ввёл в процедуру техосмотра измерение числа частиц (PN), чтобы надёжнее выявлять подобные вмешательства. Классы неисправностей и их последствия различаются от страны к стране; определяющим является действующее законодательство о техосмотре страны регистрации автомобиля. Кроме того, страховые компании вправе отказать в выплате по ущербу или пожару, если на автомобиле обнаружено несанкционированное или незадекларированное изменение системы контроля выбросов, ссылаясь на нарушение условий договора. Для автопарков дополнительно возможны ограничения на въезд в зоны с низким уровнем выбросов (LEZ) в европейских городах и административные санкции. При возникновении проблемы с DPF правильный и законный путь — диагностировать источник неисправности (датчик, программное обеспечение, чрезмерное накопление золы, сопутствующая неисправность двигателя) и очистить фильтр либо заменить его на аналог OE-качества. Этот путь, кажущийся затратным в краткосрочной перспективе, позволяет и сохранить соответствие автомобиля нормативным требованиям, и защитить дорогостоящие узлы, такие как двигатель и турбина, от вторичных неисправностей, вызванных манипуляцией с системой выбросов.

Технические значения и контрольные точки

В таблице ниже приведены основные точки, проверяемые в системе DPF на практике, и общие справочные диапазоны. Значения зависят от производителя автомобиля, объёма двигателя и уровня выбросов; точное значение всегда следует брать из актуального сервисного руководства OE.

Контрольные точки системы DPF (общий справочный материал)

Контрольная точка	Общий справочный диапазон	О чём говорит отклонение
Дифференциальное давление (чистый фильтр, холостой ход)	Низкое, порядка нескольких миллибар (определяющее значение — OE)	Если выше — фильтр частично заполнен либо забита линия датчика
Порог предупреждения о накоплении сажи	Процентный диапазон, зависящий от производителя (определяющее значение — OE)	При превышении порога запрашивается активная или принудительная регенерация
Температура выхлопа при пассивной регенерации	Примерно 300–400°C	Если постоянно ниже — пассивная регенерация не происходит
Температура выхлопа при активной регенерации	Примерно 550–650°C	Если не достигается — регенерация прерывается на середине
Продолжительность активной регенерации	Примерно 20–40 минут, на постоянной скорости	При постоянных прерываниях накопление сажи ускоряется
Уровень моторного масла (контроль разбавления)	В пределах диапазона производителя, без запаха топлива	Если уровень растёт и появился запах топлива — есть разбавление масла
Ёмкость фильтра по накоплению золы (ash)	Ограничение по пробегу, зависящее от производителя (определяющее значение — OE)	По мере приближения к пределу очистка требуется чаще, в итоге необходима замена

Обслуживание DPF и привычки вождения, продлевающие его срок службы

Главный фактор, определяющий срок службы DPF, — соответствие моторного масла правильной спецификации. Моторные масла с низким содержанием серы, золы и фосфора (low-SAPS), специально разработанные для автомобилей с сажевым фильтром, напрямую снижают количество негорючей золы, накапливающейся в фильтре при сгорании. Использование масла неподходящей спецификации, даже если фильтр физически исправен, преждевременно заполняет его ёмкость по золе и увеличивает частоту очистки/замены.

Использование при замене моторного масла продукта, соответствующего указанной производителем спецификации low-SAPS (низкое содержание серы/золы/фосфора) для дизельных двигателей с DPF, — самая недорогая и самая эффективная мера по продлению срока службы DPF. Недопущение превышения уровня масла над диапазоном производителя также предотвращает вторичные проблемы, вызванные разбавлением масла.

Срок службы DPF напрямую зависит и от привычек вождения. На автомобилях, регулярно совершающих достаточно продолжительные поездки на постоянной скорости, пассивная регенерация постоянно удерживает количество сажи на низком уровне; профиль эксплуатации с частыми

остановками, короткими расстояниями и ожиданием на холостом ходу, напротив, повышает потребность в активной регенерации. Важно также своевременно устранять неисправности двигателя (форсунки, турбина, EGR); неисправность этих узлов направляет в выхлоп больше топлива или масла, чем в норме, ускоряя образование сажи и приводя к преждевременному заполнению DPF.

Автопаркам рекомендуется включить в план планового обслуживания регулярное считывание количества сажи в DPF и истории регенераций с помощью диагностического прибора. Часто прерывающиеся записи регенерации — предвестник приближающейся неисправности ещё до того, как загорится лампа, что позволяет выявить проблему до простоя в пути.

Где место системы DPF в цепи контроля выхлопных выбросов?

DPF не является отдельно работающим компонентом цепи контроля выхлопных выбросов тяжёлой грузовой техники; это звено цепи, в которой выхлопной газ, выходящий из двигателя, сначала проходит через дизельный окислительный катализатор (DOC), затем в DPF улавливаются твёрдые частицы, а на многих автомобилях уровня Евро VI в завершение оксиды азота восстанавливаются в блоке SCR. Неисправность любого компонента этой цепи влияет на характеристики и срок службы остальных; например, ослабленный DOC снижает выработку NO₂, необходимого DPF для пассивной регенерации, и повышает частоту активной регенерации.

Правильная диагностика, правильные привычки обслуживания и вмешательство, соответствующее нормативным требованиям, применительно к системе DPF продлевают время нахождения автомобиля в эксплуатации и обеспечивают выполнение юридических обязательств по контролю выбросов. В любой неясной ситуации самым надёжным ориентиром на практике остаётся обращение к актуальной сервисной документации OE, соответствующей коду двигателя и шасси конкретного автомобиля.

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