

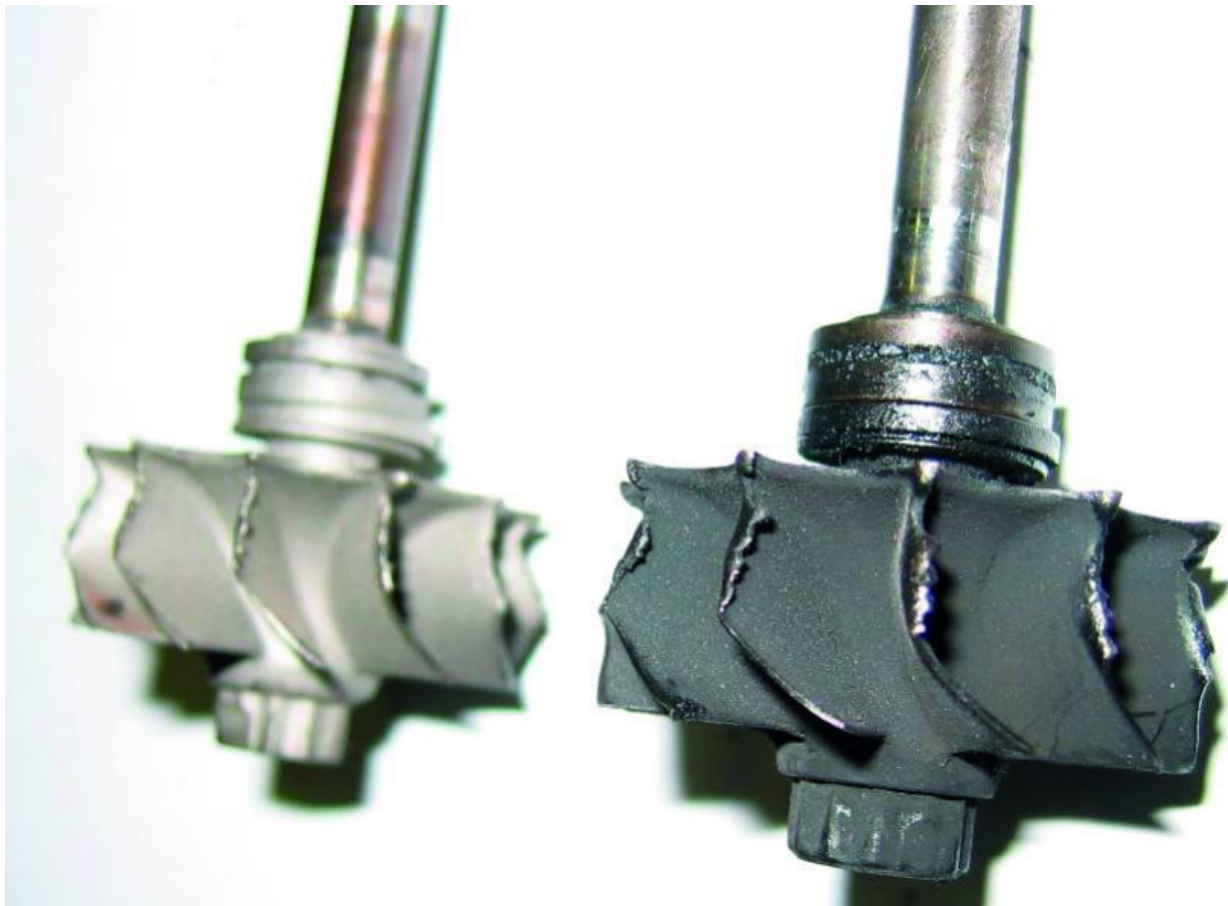
Турбины: устройство, работа, причины выхода из строя и способы ремонта (часть 2)

дата публікації: 2017.07.13



Мы продолжаем серию материалов про устройства нагнетания воздуха в камеру сгорания двигателя внутреннего сгорания. Далее речь пойдет о причинах выхода турбин из строя и способах их ремонта.

Чаше всего перегрев корпуса заканчивается разрушением деталей, в дальнейшем не подлежащим ремонту. Это же приводит и к резкому снижению производительности турбины, которая еще не до конца сама пришла в негодность. В ремонт турбину привозят зачастую без улитки горячей стороны, более того, без сопроводительного листа об условиях эксплуатации, и предполагаемых причин выхода ее из строя. Ремонтники могут очень добросовестно выполнить свою работу, но результат не удовлетворит потребителя в этом случае, потому что, в первую очередь, не была устранена причина поломки агрегата. Если поставить перед собой задачу выявить причину выхода из строя турбины, сначала обращаем внимание на повреждения самой турбины. Поскольку вопрос о перегреве, то и осматриваем детали, работающие в зоне высоких температур. При тщательном осмотре основным повреждением ротора ТРК, является оплавление кончиков лопастей турбинного колеса .



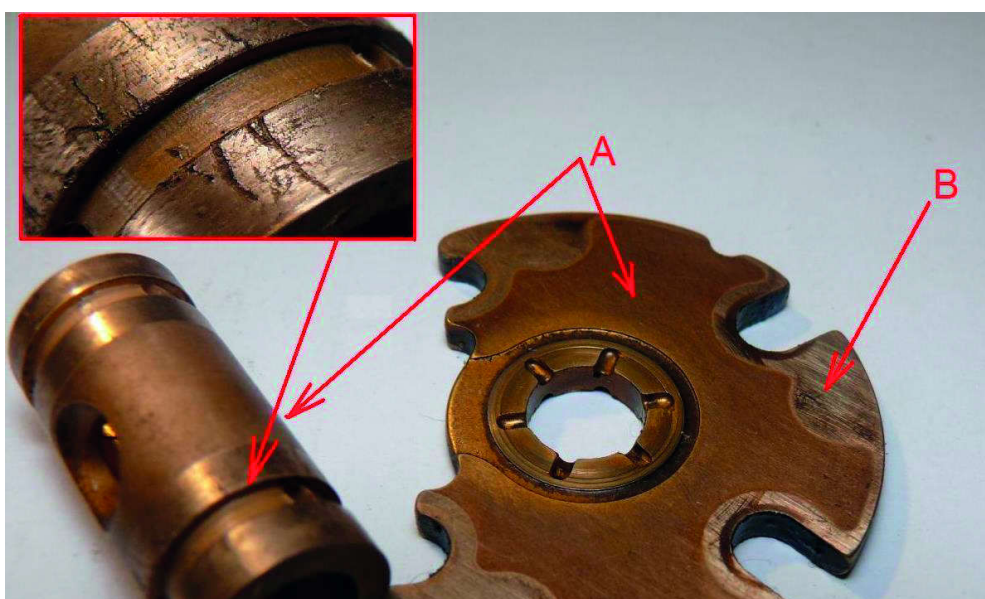
Это всегда должно настораживать при определении причины выхода из строя турбины. К похожим последствиям также, приводит неправильно установленный угол опережения зажигания, и неправильная работа топливной системы в целом. Имеется в виду приготовление, как слишком «богатой», так и очень «бедной» смеси.

Чтобы уменьшить влияние перегрева, многие производители давно уже устанавливают ТРК с жидкостной охлаждающей «рубашкой» корпуса, но это позволяет уменьшить нагрев только при нормальных условиях работы двигателя. Примерно такая же эффективность в применении электронных устройств называемых «турботаймер», которые позволяют двигателю поработать без нагрузки некоторое время до полной остановки, что обеспечивает охлаждение корпуса турбины протоком моторного масла. Но все это имеет смысл только при исправном двигателе, и не «спасает» при возникновении признаков представленных выше проблем.

Последствия перегрева деталей двигателя приводят к выходу из строя и ТРК. Поэтому ремонтом одной турбины никак не обойтись, придется принимать меры по устранению неисправностей цилиндропоршневой группы двигателя, и обязательно исправление или замена деформированных «пострадавших» деталей выпускной системы. В лучшем случае, прибегаем к шлифовке привалочных плоскостей выпускного коллектора и ТРК, хотя нередко это может быть очень запоздалой мерой.



С появлением дизельных двигателей с системой впрыска топлива при помощи электронных насос-форсунок и, соответственно, большей литровой мощностью, а также и более напряженным условиям работы деталей двигателя. С каждым годом, все чаще появляются турбины, причиной выхода из строя которых является присутствие этиленгликоля (охлаждающей жидкости) в моторном масле. Причем количественный расход охлаждающей жидкости из системы охлаждения мотора не вызывает резких опасений. 1 литр в месяц не так катастрофично, если не смотреть вглубь возникающей проблемы. На самом деле все намного хуже, чем оценка с первого взгляда. Присутствие этиленгликоля в смазке двигателя приводит к химическому воздействию на детали из цветных металлов. При работе двигателя в корпусе турбины температура смазки никак не ниже 130° , а по законам химических процессов, с повышением температуры скорость протекания процессов повышается.

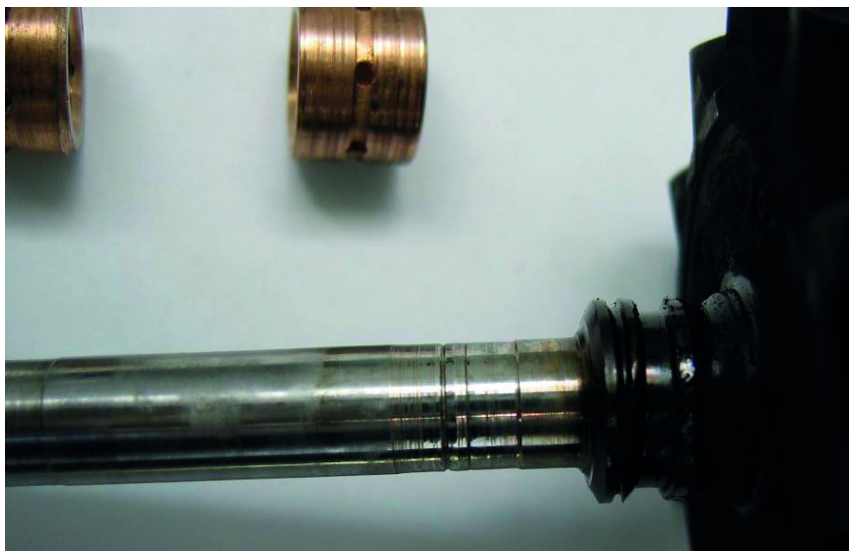


Последствия попадания антифриза в систему смазки двигателя и выход со строя турбины. На фото верхний фрагмент демонстрирует воздействие этиленгликоля на бронзовую втулку на протяжении 1 тыс. км пробега с температурой до 200°. Указателем «А» обозначены поверхности, подвергшиеся влиянию этиленгликоля при более низких температурах (около 130°) при том же пробеге. «В» - зона деталей не контактировавшая со смазкой с примесью этиленгликоля.

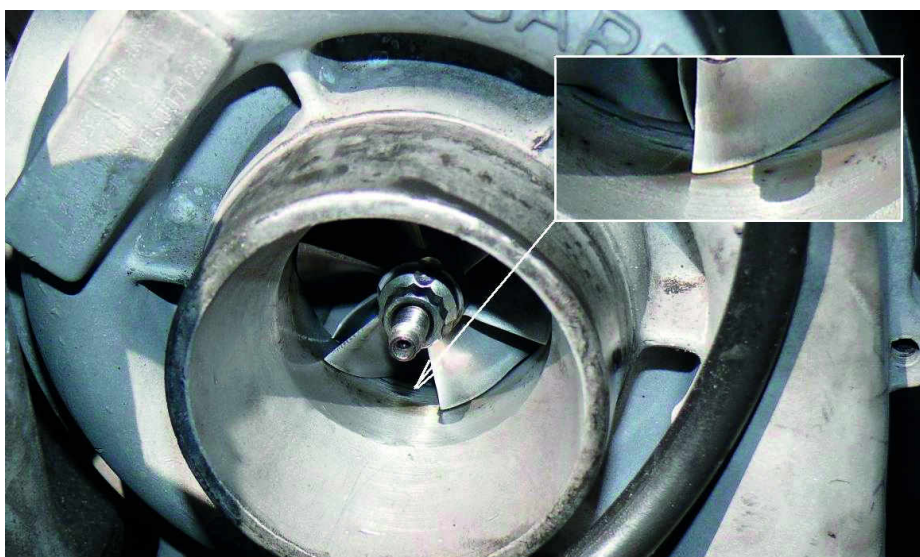
Нередко невнимательность обслуживающего персонала при работе, приводит к повреждениям различных частей ТРК в связи с проникновением в рабочие полости деталей крепежа, а то и просто мусора. Здесь особо разъяснять нечего, достаточно посмотреть.



Так же как и везде при ремонте и изготовлении ТРК возможно присутствие факторов качества, зависящего только от работающего персонала. Поскольку при ремонте, для очистки деталей турбины применяется пескоструйная установка, то и загрязнения от этого тоже встречаются, хотя и очень редко. В отличие от загрязнений после авторемонтников, это на вид - кристаллы белого речного песка. Поэтому виновника спутать почти невозможно. К тому же, проявляется его присутствие в первые секунды вращения вала после запуска турбины, а недобросовестно проведенная сборка ТРК и двигателя может проявиться только через несколько дней. Но последствия выглядят примерно одинаково.



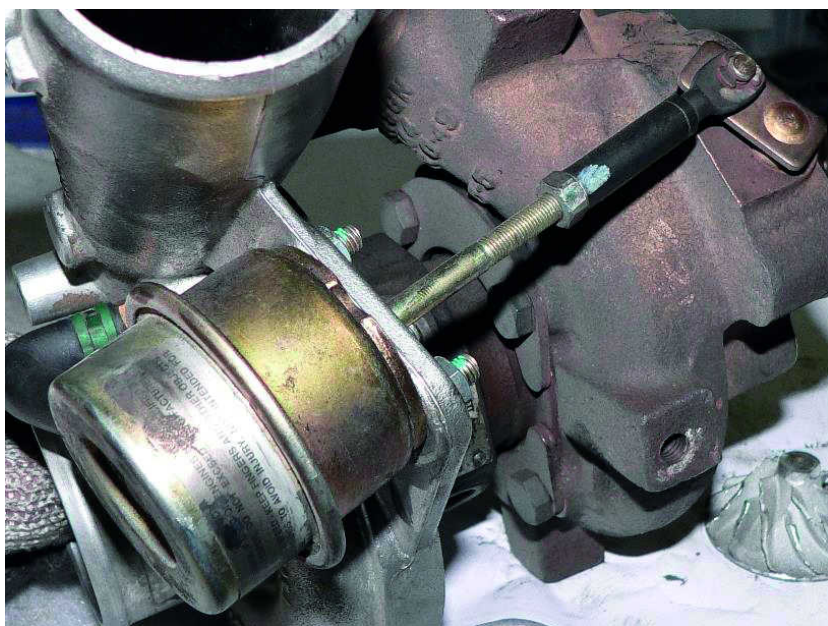
Отклонение допустимых размеров деталей при ремонте турбины, довольно редкое явление, потому как последующая балансировка ротора ТРК, как правило, выносит на поверхность такие дефекты. Теперь о самой балансировке ротора. Не всегда, даже у новой турбины, с этим все благополучно. В моем присутствии на ремонтном предприятии вскрыли упаковку нового ТРК и предложили наглядно провести измерение балансировки ротора на стенде, имитирующем рабочий режим ТРК на автомобиле. Результат исследования озадачил. При допустимых рабочих показателях этого образца не ниже 160 тыс. об/мин, первые резонансные проявления биения ротора начались уже при достижении 110 тыс. об/мин, причем далеко за пределами допусков самого производителя этого ТРК. И только после 15 мин. проведенных работ по балансировке ротора, этот показатель переместился в зону 170 тыс. об/мин, которых ТРК этого типа в рабочем режиме практически не достигает никогда. Как проявляется подобная неисправность визуально? Чаше всего это акустические проявления, называемые «свистит турбина», при общем благополучном внешнем виде вначале на некоторых режимах работы двигателя появляется этот шум. Если очень внимательно осматривать детали компрессорной части ТРК несложно обнаружить места касания крыльчатки корпуса, они более темного цвета, чем основной материал улитки.



Это и есть основное проявление некачественно проведенного ремонта (точнее балансировки ротора) ТРК.

Выход со строя ТРК также может привести неисправность систем, ограничивающих ее собственную производительность. К этим устройствам относятся клапаны. Регулирующие

производительность турбины. Для более ранних типов конструкций ТРК характерно применение клапана ограничивающего обороты турбины, в зависимости от давления во впускном коллекторе двигателя .



Разрыв мембраны неизбежно приведет к отсутствию реакции на давление, и превышению рабочих оборотов вала турбины и, в последствии, выходу ее из строя.



Для двигателя избыточный наддув также не проходит бесследно. Как правило, продолжительная работа в таком режиме приводит к прогоранию поршня двигателя или же нескольких поршней. У некоторых производителей на этот случай предусмотрен редукционный клапан, встроенный во впускном коллекторе или патрубках, подающих воздух во впускной коллектор после турбокомпрессора .



Эти устройства предохраняют только двигатель от повреждения, а турбине это никак не поможет, поэтому водителю следует немедленно реагировать на предупреждающие хлопки «подрыва» клапана.

Преимущественными проблемами для работы турбин, является сама система управления производительностью турбины, также как и пути поступления воздуха в двигатель после турбины. Современные системы управления двигателем имеют множество исполнительных элементов необходимых для выполнения заложенной программы работы в ЭБУ. Там же расположены и элементы управления турбиной, либо устройств, имеющих прямое влияние на качество работы турбин. В технических описаниях часто упоминаются электропневматические преобразователи, это не что иное, как клапаны управления подачей воздуха с приводом от электрического соленоида. Основные неисправности, которые могут возникать: механический износ собственной системы от продолжительной эксплуатации, так и обслуживающего их окружения. Самое слабое звено – это шланги, подающие воздушное давление на клапана, и управляющие ими устройства. Через их продолжительное время использования в автомобиле под капотом с высоким температурным режимом эксплуатации, появляются трещины в теле шлангов, приводящие к утечке управляющего давления воздуха. Для ТРК более ранних конструкций потеря герметичности цепочки управления клапаном ограничения наддува, непременно приведет к превышению рабочих оборотов ротора и выходу из строя его подшипников и вала. Все более новые конструкции управления производительностью турбин оснащены устройствами регулирования, позволяющими повысить эффективность работы ТРК только при наличии управляющего давления воздуха (пока мы рассмотрим только эту конструкцию). Без такового турбина находится в состоянии наименьшей своей производительности. Это безопасно как для двигателя, так и для самой турбины. Как правило, это всегда приводит к недовольству водителей. Причем, по их мнению, «турбина не включается». Но, неисправная работа элементов системы управления турбиной (в современных автомобилях) никогда не может привести к разрушениям деталей двигателя и самой турбины.

При более подробном рассмотрении неисправности, очень много «обслуживающих» устройств задействованы в процессе управления работой турбины. В большинстве конструкций применяется управление производительностью турбины, пневматическими устройствами. Их действие регулируется клапанами с электромагнитным управлением, осуществляемым по программе, заложенной в блоке управления двигателем. Все происходит правильно, до тех пор, пока в цепочке управления все компоненты исправны.

В случае неправильной работы турбины многие мастерские немедленно производят ее ремонт, не выявляя причины неисправности. И тут возникает спорная ситуация: ремонт есть – результата нет.

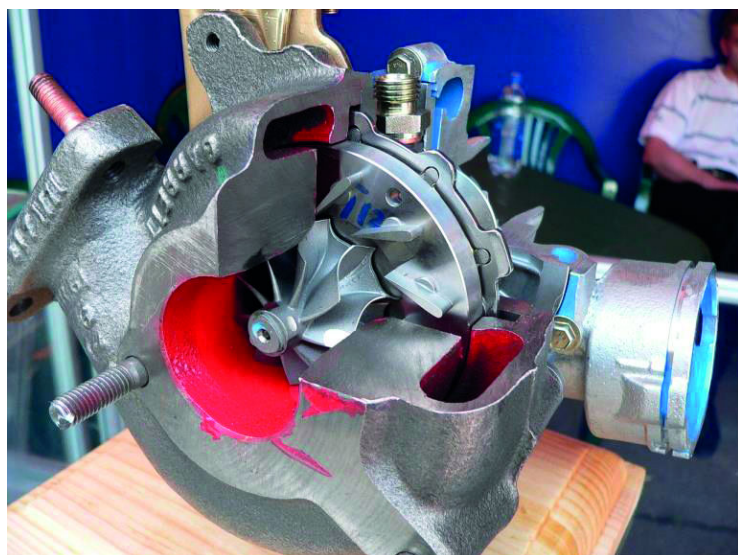
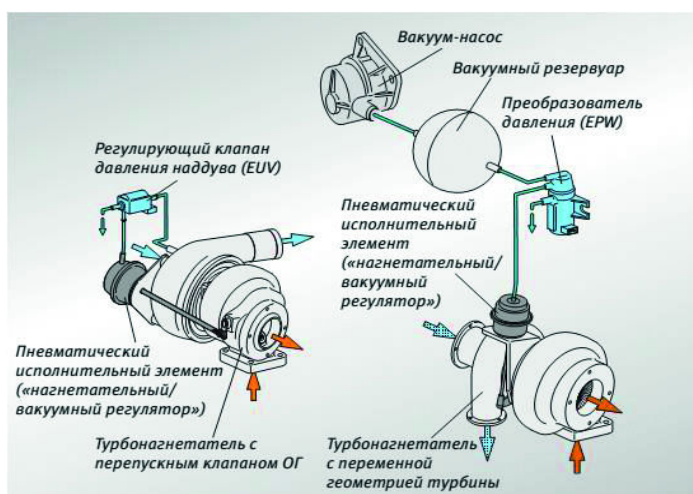
Причина проста: никто не пытается установить причину по нехватке знаний о работе системы управления. Очарованные выражением «компьютерная диагностика» владельцы автомобилей, слепо верят недоучкам с компьютером и без знаний работы турбины.

Попробую несколько раздвинуть шторы в проблеме, и возможности точного выявления неисправного компонента.

Два типа управления производительностью турбины. Слева – уже несколько модернизированный вариант самого первого ограничителя давления наддува. Вначале клапана EUV просто не было. При увеличении давления наддува, мембранный механизм (соединенный с полостью компрессорной части турбины трубопроводом) открывал перепускной клапан ОГ, что позволяло часть ОГ проводить мимо крыльчатки турбины. Если нарушалась герметичность управляющего трубопровода или мембранного механизма, турбина не уменьшает скорости вращения,

что может привести к выходу ее на обороты, выше допустимых, и разрушению. Следующая доработка привнесла клапан EUV, его основное назначение «смягчить» резкое увеличение давления наддува при достижении двигателем максимального крутящего момента. При возникновении неисправностей, последствия те же, что и в предыдущем варианте.

Но пришло время, и был разработан существенно более эффективный и, в тоже время, безопасный вариант управления производительностью турбины.



Теперь, управление производительностью турбины осуществляется при помощи того же мембранного механизма, но приводит его в действие (по команде ЭБУ) давление, создаваемое вакуумным насосом, который установлен в любом дизельном автомобиле. В случае выхода из строя любого компонента управления, турбина окажется в положении своей минимальной производительности, и разрушительных факторов не предвидится.

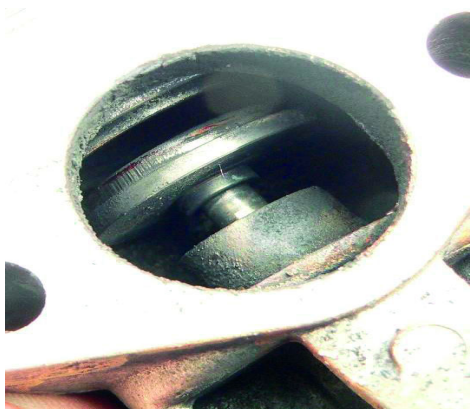
Только в этом случае условия диагностирования неисправности существенно увеличиваются в объеме. Теперь на работу турбины оказывает влияние каждый элемент в цепи управления производительностью турбины. В дополнение, не следует исключать все неисправности двигателя и топливной системы диагностируемого автомобиля.

Начать проверки следует с компьютерной диагностики систем управления подачей топлива в

двигателе (если такое предусмотрено в данной конструкции). В процессе наблюдения текущих данных, получаемых от Электронного Блока Управления двигателем. Самое пристальное внимание мы обязаны уделять качеству работы и правдивости показаний всех информирующих датчиков. При этом непременно следует представлять, какие значения и при каких режимах работы двигателя выглядят правдоподобно и правильно отражают картину работы системы. Ошибку устройство выдает только при полном выходе из строя информирующего датчика. Очень часто, со временем или от загрязнения, датчики изменяют свою характеристику, и об этом ЭБУ не «проинформирует», поскольку датчик все еще находится в границах информационной характеристики, хотя и врет.

Для примера возьмем датчик расхода воздуха. После очень продолжительной работы на поверхности его измерительного элемента накапливаются загрязнения, что искажает реальную картину потребления воздуха двигателем. В таком случае ЭБУ дозирует подачу топлива под полученное значение, от датчика. Соответственно ЭБУ дает меньше топлива, двигатель не выдает необходимое количество выхлопных газов, турбина «вяло» нагнетает.

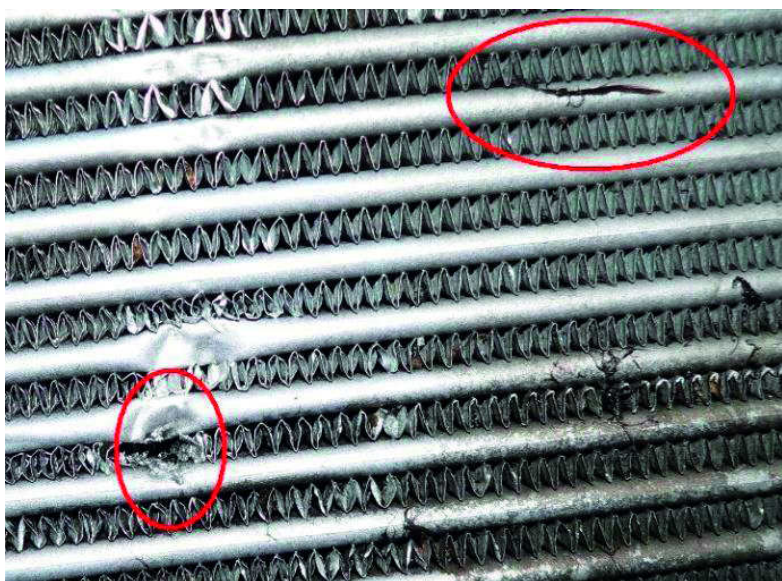
Следующий случай в полной противоположности должен заставить турбину развить максимальную производительность. К концу своей нормальной работы клапан рециркуляции отработанных газов (ОГ), в профлитературе – EGR, перестает точно выполнять свою работу по причине сильного износа и загрязнений .



То есть, он перестает перекрывать «переток» ОГ во впускной коллектор в нужное время. В это же время турбина «должна» нагнетать соответствующее давление. Результат: все давление, создаваемое турбиной «уходит» в выхлопную трубу, датчик давления во впускном коллекторе «видит» недостаточное давление, датчик расхода воздуха при этом определяет большой расход воздуха и добавляет топлива, а воздуха при этом не хватает. Теоретически, турбина не выполняет свою работу!! А на самом деле необходимо правильно «читать» текущие значения при диагностике. Подобную картину можно наблюдать при разгерметизации канала подачи воздуха в двигатель. К этим причинам следует отнести разрывы воздушных шлангов.

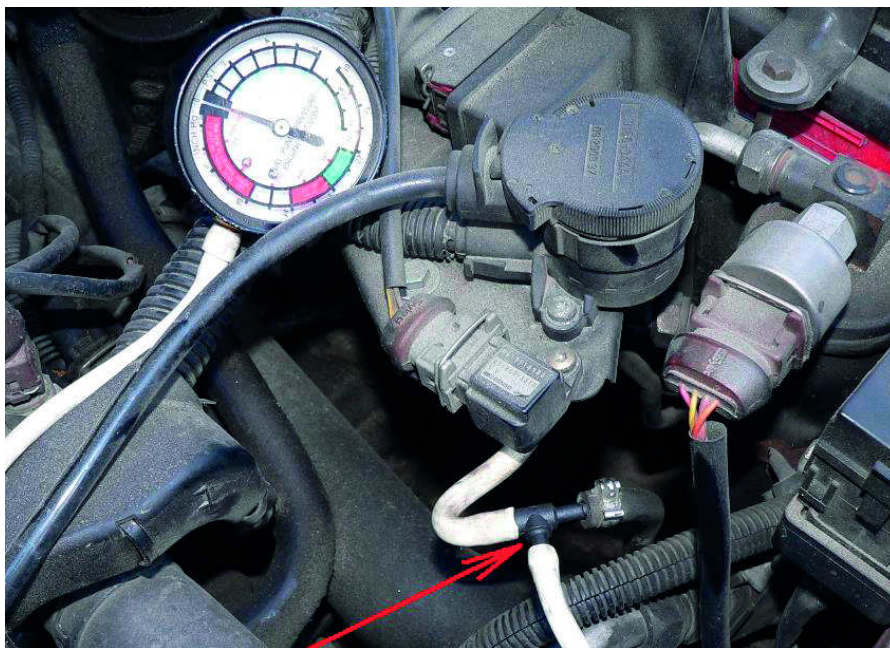


Потеря герметичности радиатора охлаждения воздуха после турбины (интекуллер) .



Нагнетаемый воздух может прорываться со свистом через неплотно обжатые ленточными зажимами гибкие соединения подающих воздухопроводов или трещины в соединительных шлангах. Этот дефект хорошо отслеживается при помощи того же манометра для измерения давления наддува турбокомпрессора. Во время нарастания давления в системе наддува с появлением свиста прекращается прирост давления наддува или даже снижение давления скачком. Если же давление продолжает нарастать, но со значительно меньшей интенсивностью, можно предположить наличие проблемы самого механизма нагнетателя.

Состояние фильтрующего элемента воздушного фильтра. Еще один элемент, компрометирующий турбину, его состояние несложно проверить при помощи манометра для измерения разрежения и наддува во впускном коллекторе. Подключаем манометр через разветвитель в цепь измерителя степени нагнетания турбины .



При работе двигателя на х.х. показания прибора должны находиться вблизи нулевой отметки. Во время резкого разгона двигателя, по мере увеличения оборотов двигателя значительное отклонение стрелки в сторону разрежения указывает на сопротивление элемента воздушного фильтра пропусканию воздуха. Затем наступает резкое увеличение давления от нагнетания турбокомпрессора. Можно визуально проверить состояние элемента воздушного фильтра, извлечь его из корпуса и проверить степень загрязнения. Фильтрующий элемент, изготовленный из материала не соответствующего качества, может очень быстро забиваться мелкой пылью и при этом увеличивается сопротивление проходу воздуха, а часто и появляются разрывы на изгибах материала фильтра. Повреждения прекрасно просматриваются на просвет.

Глушитель и катализатор создают сопротивление потоку выхлопных газов, из-за чего давление перед ними обычно составляет около 0,07 Бар. Турбокомпрессор, как правило, рассчитан именно на эту величину и не больше. Забитый или оплавленный катализатор вызывает превышение давления выхлопных газов на выходе из двигателя, что приводит к катастрофическому износу упорного подшипника и уплотнительного кольца со стороны крыльчатки турбины. При этом начинается характерный вой, тональностью и громкостью напоминающий сирену «скорой помощи». Аналогичный эффект на дизеле происходит при забитом сажеуловителе. Турбокомпрессор после этого обычно оказывается уже неремонтопригодным.

Подводя итог рассмотренных последствий по причине выхода из строя клапана ограничения наддува турбокомпрессора, наблюдаем весьма проблематичную картину. Отремонтировав или заменив турбокомпрессор новым, далеко не всегда приходится ожидать хороший исход ремонта. Поэтому, прежде чем запускать на двигателе новый или восстановленный турбокомпрессор, нелишним было бы убедиться в пригодности самого двигателя к дальнейшей эксплуатации.

Сергей Григорьев

"Сучасна Автомайстерня" № 4 (111) 2017

Джерело: