

Точка кипения

АЛЕКСАНДР ХРУЛЕВ, канд. техн. наук, директор фирмы «АБ-Инжиниринг»
ДАВИД АКОПЯН

Перегрев мотора – тема далеко не одной статьи. Так что наверняка у этого материала будет продолжение. Сложность процессов охлаждения, масса факторов, ответственных за перегрев, не только определяют множество различных дефектов, но и создают иной раз значительные трудности для специалистов в исследовании причин неисправностей. И если у старых автомобилей неполадки с охлаждением обычно связаны с дефектами элементов самой системы или даже неисправностью двигателя, то его перегрев на сравнительно новом автомобиле случается совсем по другим причинам.

Не секрет, что неисправности в системе охлаждения мотора могут быть вызваны самыми разными причинами. На машинах с большим пробегом это чаще всего связано с выходом из строя изношенных или изрядно состарившихся агрегатов и узлов самой системы охлаждения — подшипников и уплотнений насосов, термостатов, шлангов, прокладок и хомутов, а также коррозией радиаторов, загрязнением их наружных и внутренних поверхностей, отказом электрических элементов — разъемов проводки, датчиков, вентиляторов. Список можно продолжить и далее, например, дефектами прокладки головки блока цилиндров или даже трещинами в стенках ГБЦ.

Другое дело, когда речь заходит о перегреве двигателя новой машины. Очевидно, на автомобилях, находящихся на гарантии завода-изготовителя, указанные дефекты и неисправности агрегатов оказываются большой редкостью. А некоторые вообще практически не встречаются — слишком мало время эксплуатации для износа и старения, и мала продолжительность воздействия на автомобиль агрессивной среды. Поэтому, к примеру, возникновение сквозной коррозии на радиаторе за время гарантийного пробега — случай больше из области ненаучной фантастики, нежели из реальной жизни.

Тем не менее дефекты и отказы в системе охлаждения встречаются и на новых автомобилях. Так, изредка дают о себе знать производственные дефекты, хотя их проявление скорее возможно только в начальный период эксплуатации, когда на работу системы еще влияют «начальные условия» — качество изготовления деталей и их сборки. Но практика показывает, что, как только автомобиль прошел десяток-другой тысяч километров, влияние производства становится все менее заметным, а далее и просто маловероятным. Однако другие причины перегрева все же остаются...

А был ли перегрев?

Когда произошел перегрев двигателя, нет необходимости предаваться фантазиям и выдумывать мифические процессы для объяснения происшедшего — надо прежде всего проанализировать все известные признаки перегрева и установить их соответствие (или несоответствие) картине происшествия. Для этого достаточно знать признаки перегрева и уметь их найти на конкретном двигателе.

Итак, если двигатель был перегрет, в общем случае мы увидим такую картину:

1. Деформация плоскости ГБЦ, ослабление болтов ГБЦ, пластическая деформация прокладки ГБЦ, следы прорыва газов на ней.

2. Загрязнение расширительного бачка маслом и нагаром, запах выхлопных газов, следы течи и разбрызгивания охлаждающей жидкости в подкапотном пространстве вокруг бачка.

3. Деформация юбок и задиры на краях юбок поршней (ближе к поршневому пальцу) от чрезмерного теплового расширения поршня. Темные следы перегрева на внутренней поверхности поршней. Задиры на поршнях в верхней части огневого пояса вследствие термического расширения днища и заклинивания его в цилиндре, ответные задиры в средней и верхней части цилиндров от чрезмерного трения юбки и огневого пояса поршней.

4. Деформация в средней части цилиндров — вытягивание цилиндра в плоскости качания шатуна, деформация в верхней части цилиндров, близкая по величине к деформации в средней части и вызванная заклиниванием верхней части поршня. Вальцевание колец в канавках поршней вследствие задиры на поршне и цилиндрах от перегрева поршней.

5. Код ошибки по температуре охлаждающей жидкости в блоке управления двигателем, который появляется на некоторых автомобилях при превышении температуры 130–140 °С.

6. Выпадение седел из гнезд, разрушение седел. Плавление стенок ГБЦ (главным образом между выпускными седлами). Задиры на поршнях в верхней части огневого пояса вследствие попадания расплавленных частиц материала ГБЦ в зазор между поршнями и цилиндрами. Вальцевание колец в канавках поршней вследствие попадания расплавленных



□ Типичный признак перегрева двигателя в его начальной стадии — деформация плоскости головки блока

частиц в зазор между поршнем и цилиндром. Плавление верхней части поршня (обычно с края) из-за отсутствия охлаждения.

Мы намеренно выстроили признаки в определенном порядке — от слабого перегрева до все более и более сильного. То есть признаки, помещенные ближе к концу списка, проявляются только при сильном и длительном перегреве — вплоть до плавления деталей. В большинстве практических случаев двигатель не доходит при перегреве до такого состояния — он или раньше заклинивает, или водитель его раньше остановит, к примеру, увидев перегрев по указателю температуры.

Отметим, что приведенные признаки — это те, которые будут иметь детали после того, как двигатель уже получил повреждения и даже вышел из строя. Другими словами, это объективные признаки, которые можно и посмотреть и, что называется, потрогать руками.

Особняком от этих признаков стоят те, которые можно условно назвать субъективными. К ним можно отнести признаки, которые уже нельзя увидеть и проверить, поскольку и двигатель уже не работает, и детали не имеют высокой температуры. Но которые, возможно, были в момент перегрева, и которые мог заметить (или не заметить) водитель. К таким признакам относятся:

1. Превышение допустимой температуры на указателе, срабатывание имеющихся на автомобиле средств контроля за температурой.
2. Детонация на переходных режимах. Разогрев лишенных охлаждения стенок каме-



Отсутствие охлаждения цилиндра вызывает расширение поршня вдоль пальца – с появлением задигов на краях юбки

ры сгорания всегда приводит к детонации, поскольку порции топливовоздушной смеси, расположенные у стенок, легко воспламеняются при повышении давления в цилиндре — раньше, чем до них доходит нормально распространяющийся от свечи зажигания фронт пламени.

3. Течь жидкости — ее обычно видно на дороге сразу после остановки автомобиля.

Субъективность данных признаков заключается в том, что кроме водителя, их вряд ли кто мог увидеть. Но и он мог их не заметить, особенно, при интенсивном движении, включенной музыке, а то и просто шуме от дороги при открытом окне. Кроме того, совсем не факт, что указатель температуры действительно показал перегрев, когда он случился. Точно так же — детонация проявляется только на переходных режимах, а в момент перегрева автомобиль, к примеру, ехал с постоянной скоростью. Или охлаждающая жидкость вытекла так быстро, что к моменту остановки автомобиля и капель ее не осталось.

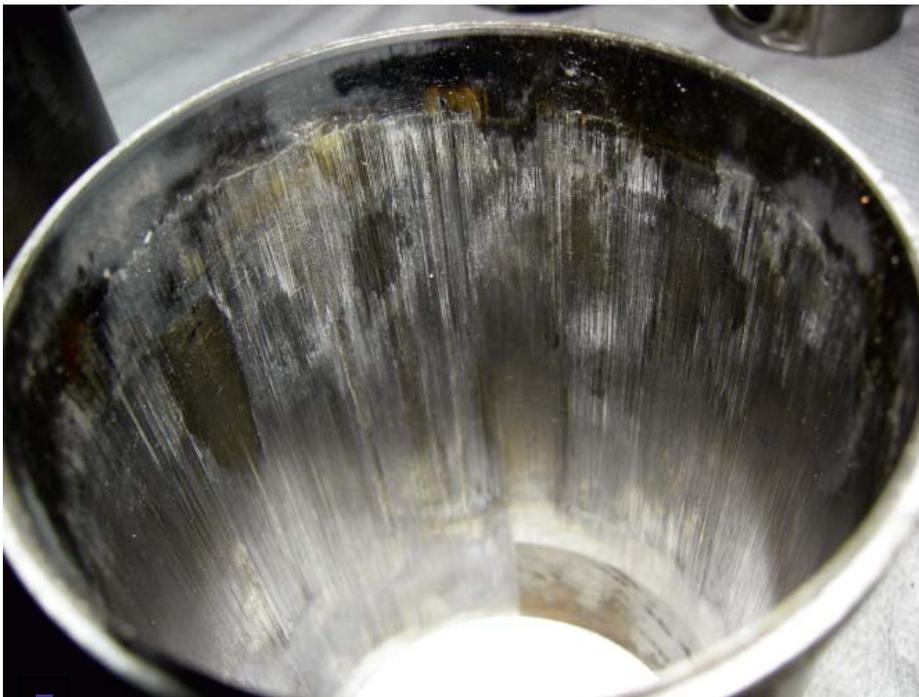
В общем, субъективность признаков не должна превращаться в «субъективизм» специалиста, который исследует причины перегрева. Например, если водитель утверждает, что указатель температуры не показывал перегрев, это не обязательно означает, что водитель «уснул» за рулем, хотя такие случаи тоже не редкость, — необходимо понять, насколько информативны были показания контрольного прибора в конкретной аварийной ситуации. Чего без детального исследования всех причин и признаков перегрева не сделать.

Главная опасность

Раз мы заговорили о новых двигателях, заметим — если обычные дефекты системы охлаждения для них нехарактерны, откуда же возьмется перегрев? И что это за такие таинственные причины, по которым новый двигатель может перегреться самым что ни есть тривиальным образом?



Потеря герметичности прокладки ГБЦ при сильном перегреве – видны характерные участки прорыва газов из цилиндров



□ Задиры на цилиндре при сильном перегреве – снизу доверху

сти, допускают возникновение перегрева. А вот можно ли назвать их виноватыми?

Чтобы понять, почему и что происходит, следует внимательно и детально изучить некоторые особенности работы системы охлаждения.

Водитель спит, а машина идет?

Чтобы более подробно рассказать о процессах, происходящих в двигателе и радиаторе, следует рассмотреть конкретный пример: вполне реальный случай, произошедший с опытным водителем, имевшим стаж вождения более 30 лет.

Проблема возникла на самой обычной и относительно новой легковушке с двухлитровым двигателем. Во время движения с постоянной скоростью 100 км/час по загородной трассе в радиатор автомобиля попал камень и повредил одну из трубок, вызвав полную и быструю (за несколько минут) потерю жидкости из радиатора.

Но датчик температуры, по словам водителя, не показывал ее повышения, поэтому он, не заметив удара камня, продолжал движение, не догадываясь о течи. Как назло, случай этот произошел летом минувшего года, когда погода на улице стояла жаркая и весьма способствующая быстрому перегреву. Что и случилось — через некоторое время совсем небольшое время двигатель на ходу заглох и более не завелся.

Вскрытие показало, что мотор встал на ходу по причине вытягивания болтов из блока и деформации головки блока цилиндров. Головка по привалочной плоскости прогнулась аж на целый миллиметр, а стенки двух камер сгора-

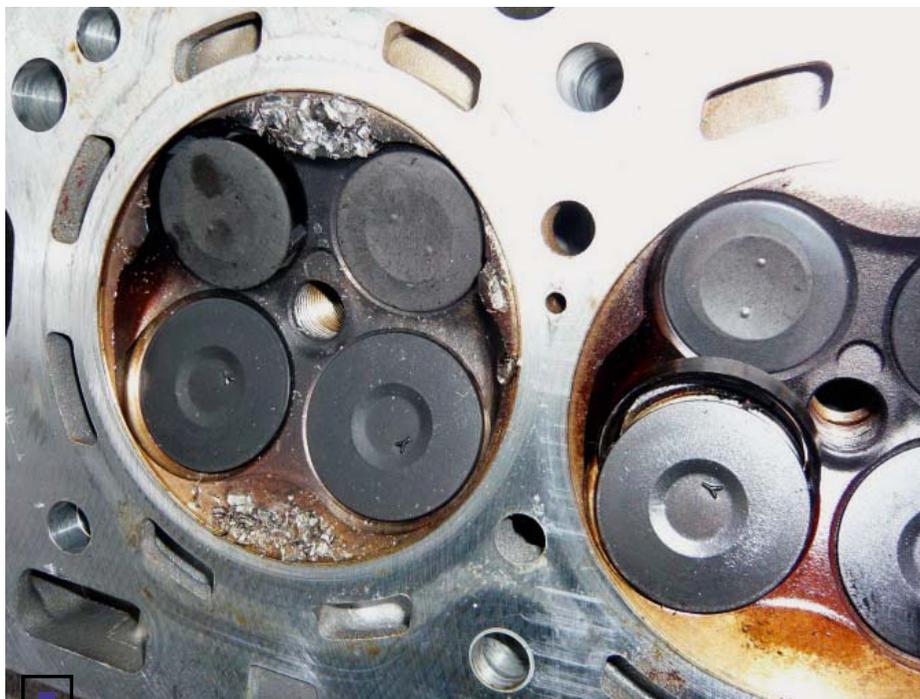
Никакой особой тайны нет — можно даже сказать, что причина лежит прямо под ногами. На дороге. В виде камней-булыжников, железок типа саморезов, болтов, гвоздей и даже обломков рессор, а также всевозможных коряг и предметов прямо-таки «инопланетного» происхождения. Да и вообще — мало ли всякого «добра» притаилось на наших дорогах, особенно, когда и дорогой некое направление, обозначенное глубокой колеей в старом асфальте, назвать как-то язык не поворачивается.

Не к ночи упомянутое, традиционное российское бездорожье, вообще говоря, не имело бы отношения к теме нашей статьи, если бы не одно «но». Все, что там валяется, способно при определенных условиях прыгать и летать, причем отнюдь не «кузнечиком» или «ласточкой», а скорее пулей или даже снарядом.

Кто из водителей не видел, что бывает с лобовым стеклом при попадании такого «снаряда»? Но ударить он может и ниже, в переднюю часть автомобиля, и как раз в то место, где расположен радиатор. Правда, в подавляющем большинстве современных автомобилей радиатор системы охлаждения хорошо защищен — перед ним расположен конденсатор системы кондиционирования, имеющий хорошую прочность вследствие необходимости держать высокое давление фреона. Однако конденсатор обычно несколько меньше радиатора по размерам, что оставляет некоторую брешь в естественной защите радиатора, особенно снизу. Отсюда и вытекают главные опасности, которые могут вызвать повреждения радиатора.

Характер этих повреждений может быть различным. В системе охлаждения могут воз-

никнуть как неплотности в соединениях трубок, так и повреждения нижней «банки» радиатора. При этом течь может оказаться как значительной, иногда даже с мгновенной потерей жидкости из радиатора (в таких случаях возникновение течи является наиболее опасным), так и не очень большой, с медленным вытеканием охлаждающей жидкости. Но в обоих случаях, если вовремя не принимать меры, то перегрев неизбежен. Другое дело, что даже опытные водители, оказываясь в подобных ситуациях, особенно в случаях с быстрой потерей жидко-



□ Выпадение седла из головки блока, одно уже разрушено, другое разрушиться не успело — типичный результат сильного перегрева



Плавление стенки камеры сгорания между выпускными седлами – еще один признак сильного перегрева

рубашку головки с входным патрубком насоса системы (рис. 2).

Преимуществом указанной системы является меньший объем жидкости, более высокая скорость ее прогрева, а также более высокая эффективность охлаждения, в том числе за счет более высокой циркуляции жидкости. Но нам интересно другое. Например, тот факт, что на оборотах двигателя менее 2000 об/мин, соответствующих движению со скоростью 100 км/час на высшей передаче, насос не обладает большим напором. В таких условиях радиатор и двигатель представляют собой два сообщающихся сосуда, в которых уровень жидкости примерно одинаков. Тогда в случае значительной утечки жидкости из радиатора можно утверждать, что ее уровень упадет не только в радиаторе, но и в рубашке охлаждения двигателя, оголяя стенки головки блока. При этом циркуляция по малому кругу через байпасный канал продолжится, а по большому — нет, поскольку выходной патрубок головки расположен выше байпасного канала. Фактически при значительном падении уровня жидкости радиатор (даже при полностью открытом термостате) автоматически выключится из системы — вместе с остановкой ее циркуляции по большому кругу.

Как следствие, некоторое время нижняя часть мотора (блок цилиндров с поршнями) как-то еще охлаждается за счет циркуляции жидкости по малому кругу, а верхняя, оставшись вовсе без жидкости, начинает неумолимо греться. Это и вызывает в ней локальный перегрев, деформацию ГБЦ, плавление и целый ряд других повреждений, перечисленных выше, — а это как раз признаки, не характерные для традиционного перегрева, возникающего при отказе элементов системы или при медленном падении уровня. Причем процесс такого

ния попросту расплавились между выпускными клапанами. Повредились и поршни, но только сверху, куда попали расплавленные частицы с головки, в то время как никаких задигов на юбках поршней не обнаружилось. Да и сам блок цилиндров пострадал незначительно.

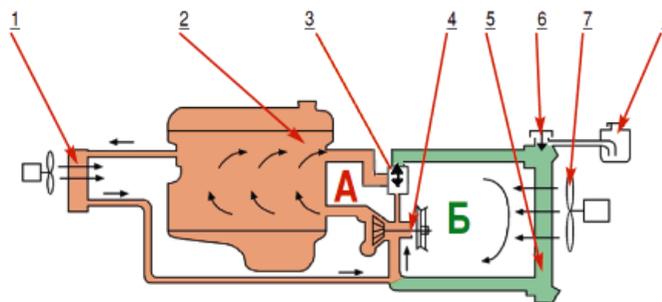
Очевидно, такая картина нехарактерна для обычного перегрева и не соответствуют всем перечисленным выше признакам, хотя перегрев был очень сильным — с плавлением деталей. При этом локализация повреждений в верхней части мотора без обычного для подобных случаев распространения дефектов вниз ставила определенные вопросы, на которые нужно было найти ответ. В том числе и на один из самых главных вопросов — действительно ли указатель температуры не показал перегрев, или водитель попросту его «проспал»?

Разумеется, раз указатель есть, то водитель обязан его видеть и реагировать на него адекватно — выключением двигателя, как только температура двигателя приблизится к опасному пределу. Поэтому велик соблазн объявить водителя «спящим» и на этом исследование закончить. Что, кстати, многие специалисты, исследующие подобные неисправности, и делают в подобных случаях. Однако специфика перегрева не только заставляет задуматься, но и усомниться в том, что температура на указателе прибора соответствовала действительной температуре мотора.

Для того чтобы разобраться в проблеме, стоит в первую очередь вспомнить, что системы охлаждения автомобильных моторов двухконтурные: нагретая охлаждающая жидкость попадает из выходного патрубка головки блока в термостат, где в зависимости от положения его клапана — открытого или закрытого, —

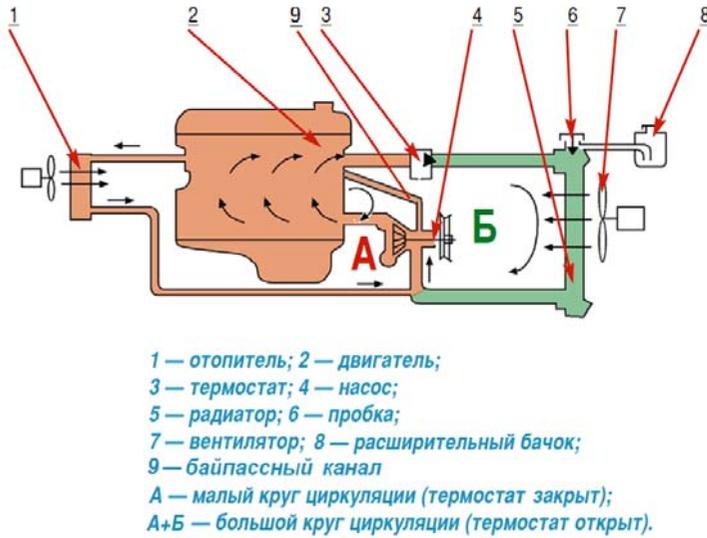
циркулирует по малому кругу (блок — головка блока — отопитель) на прогреве или по большому кругу через радиатор в полностью прогретом состоянии.

В старых двигателях термостаты чаще всего имели два клапана, из которых один управлял малым кругом, другой — большим. Однако со временем производители отошли от этой схемы в пользу более простых и эффективных решений. Например, в системах охлаждения многих современных двигателей термостаты стали простыми по конструкции и имеют только один клапан. В такой системе циркуляция по малому контуру осуществляется уже без участия термостата и непрерывно — через байпасный канал, расположенный ниже выходного патрубка головки блока и соединяющий



1 — отопитель; 2 — двигатель;
3 — термостат; 4 — насос;
5 — радиатор; 6 — пробка;
7 — вентилятор;
8 — расширительный бачок;
А — малый круг циркуляции (термостат закрыт);
Б — большой круг циркуляции (термостат открыт).

□ Система охлаждения старых двигателей с двухклапанным термостатом — когда малый круг циркуляции закрыт, жидкость циркулирует по большому кругу, даже если ее мало. Перегрев будет хорошо виден на указателе температуры



Типичная система охлаждения современных двигателей – за счет открытого байпасного канала большой круг циркуляции автоматически выключается, если жидкости мало, а обороты двигателя невелики. Скорее всего, двигатель от перегрева уже встанет, а указатель температуры перегрева так и не покажет

«нетрадиционного» перегрева длится совсем недолго — с помощью нехитрых расчетов удалось даже посчитать, что с момента потери приблизительно одной трети жидкости и остановки циркуляции по большому кругу до начала процессов плавления в моторе проходит не более 30 секунд.

А что же датчик, сработал? Ответ прост. Как правило, температурный датчик расположен на стенке выходного патрубка головки. Но когда уровня жидкости там нет, он просто-напросто не зафиксирует увеличение температуры. Горячие пары кипящей жидкости, которые поступают к нему вместо самой жидкости, не успевают нагреть чувствительную часть датчика за столь короткий срок — время реакции датчика на изменение температуры пара в десятки раз больше, чем на изменение температуры жидкости. Отсюда и возникает неожиданный перегрев и повреждение мотора, без каких либо изменений в показаниях приборов. Получается, что водители, утверждавшие о вполне нормальных показаниях термодатчика, скорее всего, за рулем «не спали»...

А был еще случай...

Приключился он с автомобилем дорогой премиальной марки, двигатель которой — серьезный V-образный восьмицилиндровый агрегат.

В жаркую погоду во время движения с большой скоростью на трассе в автомобиль попал солидный инородный предмет, повредив бампер и разрушив нижнюю банку радиатора. Потеря жидкости, очевидно, была моментальной — она успела вытечь еще задолго до остановки автомобиля. После того, как водитель, услышав удар, свернул на обочину

и осмотрел автомобиль, он смог обнаружить только поврежденный бампер. Пока проводилась оценка степени повреждений, двигатель продолжал работать на месте с небольшой нагрузкой от включенного кондиционера. Но проработал он всего пару минут — и встал. Как потом оказалось, получив очень серьезные дефекты от перегрева. Однако водитель утверждал, что специально смотрел на приборы — никакого повышения температуры на указателе не было.



Специфика перегрева современных двигателей при быстром падении уровня охлаждающей жидкости: возник сильный перегрев и плавление головки блока, но поршень пострадал только в верхней части — от расплавленных частиц с головки.

После первичной диагностики у дилера в дело включилась страховая компания. В заключении привлеченных ею независимых экспертов, больших «профессионалов» своего дела, был сделан явно нетривиальный вывод. По их оценкам, после потери охлаждающей жидкости водитель злонамеренно продолжал движение еще около 30 км, упрямо игнорируя показания температурного датчика. Об этом якобы свидетельствовали задиры на задних цилиндрах, которые не обдувались воздухом при движении (на самом деле эти цилиндры находятся в худших условиях и при работе двигателя на месте). Если согласиться с этим утверждением, но учесть реально возможное время работы двигателя без охлаждения под нагрузкой до заклинивания или потери компрессии от повреждения деталей (не более минуты-двух), то скорость автомобиля могла достигнуть невероятные 30 км в минуту или 1800 км/ч! А с такой скоростью только сверхзвуковой самолет-истребитель летает!

В действительности же данный случай совершенно аналогичен рассмотренному выше. Потеря жидкости привела к перегреву при отсутствии реакции датчика на повышение температуры — датчик просто не успел среагировать на нагрев пара за то короткое время, пока двигатель еще работал после вытекания жидкости.

Эх, дороги...

Возникает вопрос — если прибор не может контролировать аварийный режим, может

быть, надо в конструкции что-то подправить? К сожалению, ответ на этот вопрос не так однозначен. Да, можно было бы, к примеру, рекомендовать производителям установить дополнительный температурный датчик в нижней части системы охлаждения — вдруг сработает? Или применить в радиаторе датчик уровня жидкости с соответствующей лампой на панели — авось поможет. Или даже вернуться к старым добрым термостатам о двух клапанах — с ними-то режим перегрева при невозможности контроля повышения температуры не возникает, поскольку при открытом большом круге циркуляции малый будет надежно закрыт своим клапаном. Можно придумать и еще с десяток аналогичных «рацпредложений», но...

Подобные конструктивные решения не панацея — аварийный режим, связанный с быстрой потерей рабочей жидкости, даже в случае его своевременного обнаружения (например, срабатывание сигнализации недостаточного давления при вытекании масла через пробитый поддон картера), обычно все равно приводит к тем или иным повреждениям деталей. Не случайно в некоторых агрегатах автомобиля, к примеру, в коробках передач, вообще нет никаких средств непрерывного контроля уровня: вытекла рабочая жидкость при движении (пробит поддон, порвался шланг, потек сальник) — и коробка в ремонт.

С другой стороны, легковой автомобиль — не танк, зачем ему противоснарядное бронирование? И если снаряды все-таки на дороге летают, то, может быть, причину поломки следует искать в дороге, а не в отсутствии брони? Тем



Повреждения цилиндра только в верхней части — еще один характерный признак перегрева при быстром падении уровня жидкости.

более модернизация легковушки в танк, как бы глубоко она ни выполнялась — от установки специальных систем контроля до навешивания броневых листов, неминуемо приводит к росту цены автомобиля. О чем нередко забывают водители, пострадавшие от дорожных «снарядов».

Что остается? Дороги, которые мы выбираем для поездки, — будут ли они когда-нибудь удивлять хотя бы в малой степени минимуму

требований для безопасного движения? Вряд ли... Исходя из этого, есть все основания считать рассмотренные выше повреждения автомобиля, в том числе его системы охлаждения, неким форс-мажором, случайным фактором, который на то и случайный, что водитель не мог ни его предвидеть, ни предотвратить его последствия.

А это тот самый «страховой случай», который рассматривает страховая компания. С привлечением независимых экспертов. К сожалению, и это давно не секрет, подавляющее большинство экспертиз неисправностей двигателя выполняется крайне непрофессионально. Эксперты, не обладая в своей массе ни знаниями реальных процессов и конструкции, ни опытом эксплуатации и ремонта двигателей, вполне способны на такие «ляпы», как упомянутый выше «полет» автомобиля со сверхзвуковой скоростью. В результате перегрев двигателя почти всегда расценивается ими как неправильная эксплуатация машины, за которую отвечает водитель. При более же глубоком рассмотрении речь идет об особенностях конструкции и работы системы охлаждения современных двигателей, которые просто не позволили водителям увидеть и предотвратить перегрев. А экспертам — показать реальные знания и сделать обоснованное заключение о причине поломки.



Когда значительная часть жидкости вытекла, забитый пухом радиатор уже не влияет на процесс — даже если его полностью очистить, циркуляция по большому кругу не появится, и охлаждение двигателя не восстановится.

Найди в этом номере

...

