

Неправильное сгорание

Начало в № 4/2010

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

СЕРГЕЙ САМОХИН

Теория утверждает, что в искровых ДВС возможны три вида нарушений сгорания топливоздушнoй смеси: детонация, калильное зажигание и дизелинг. Для современного серийного двигателя опасность представляет только один из этой тройцы. Остальные могут угрожать мотору только на бумаге.

Если рассудить здраво, дизелинг может происходить только при одном условии — после выключения зажигания в цилиндр должно поступать топливо. Такое было возможно только в «доисторических» карбюраторных двигателях или в карбюраторных моторах с неисправным электромагнитным клапаном холостого хода. Отсюда следует вывод: дизелинг давно канул в Лету. В современных впрысковых двигателях с электронным управлением такое явление имеет мизерную вероятность. Разве что активно «текут» несколько форсунок — случай весьма маловероятный, если не сказать, сомнительный. Выходит, что этот раздел теории сегодня не имеет никакого практического значения.

Мертвое зажигание

Раз уж мы начали критиковать теорию с конца, далее в списке нарушений сгорания значится калильное зажигание. Насколько оно опасно для современного массового автомобильного мотора — 4-цилиндрового атмосфер-

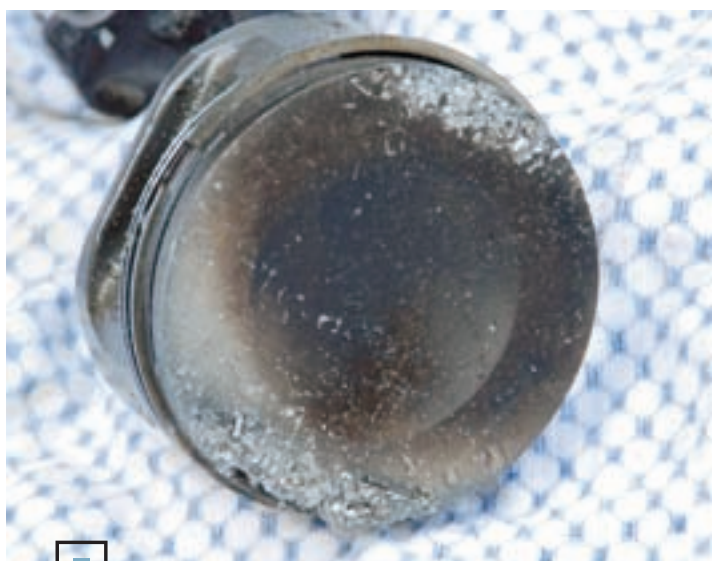
ного двигателя среднего литража и степени форсированности? Во всех теоретических изданиях в качестве «классических» провокаторов калильного зажигания упоминаются слишком «горячие» свечи зажигания и большое количество нагара на поверхностях камеры сгорания. Но насколько они актуальны?

Беремся утверждать, что сегодня при выборе свечей зажигания совершить фатальную ошибку, грозящую калильным зажиганием, практически невозможно. Даже если не иметь понятия о калильном числе и установить в двигатель первые попавшиеся под руку свечи. Во-первых, в последнее время свечи зажигания стремительно эволюционировали в направлении расширения теплового диапазона. Это значит, что температура наиболее горячих частей свечи (кончика юбки изолятора и электродов) остается в допустимых пределах в случае значительного изменения температурного режима в камере сгорания. Во-вторых, современные двигатели имеют весьма совершенную систему охлажде-

ния камеры сгорания, обеспечивающую невысокую температуру стенок и практически исключаящую их перегрев. В-третьих, все массовые моторы теперь в общем и целом одинаковые — и по степени сжатия, и по литровой мощности. Поэтому применяющиеся в них свечи имеют примерно одинаковые калильные числа, что отражается на ассортименте магазинов. Максимум, что можно найти в продаже из свечей определенного конструктивного исполнения, — это модели с калильным числом, на единицу больше или меньше рекомендованного. Если ошибешься — температура кончика изолятора свечи изменится на несколько десятков градусов. А для некоторых двигателей и это невозможно — особая конструкция свечи вообще не оставляет выбора. Значит, вероятность того, что свеча станет причиной калильного зажигания в массовом двигателе, произведенном в XXI веке, близка к нулю.

Если механическая часть двигателя современной конструкции исправна, примерно такова же вероятность накопления критического количества нагара. Качество моторных масел и бензина сегодня несоизмеримо лучше, чем было полвека назад. Да и нагар при тепловой напряженности теперешних моторов способен безболезненно выгорать с поверхностей. Не стояли на месте и системы управления двигателем — следуя требованиям экологических стандартов, они придирчиво контролируют параметры зажигания и качество смеси, а «в случае чего» незамедлительно сигнализируют о неисправностях.

Напрашивается вывод: сегодня владелец автомобиля с массовым мотором едва ли может реально столкнуться с калильным зажиганием. Разве что откопает «доисторические» свечи в дедушкином гараже. Или начнет самостоятельно модернизировать свой двигатель — тюнинг, понимаете ли. Этот вывод подтверждают многие специалисты-практики, которые знают эту



Характерные результаты детонации — эрозия поверхности поршня и разрушения в области огневого и уплотнительного поясов

Детонационные мифы

В народе бытует множество мифов, связанных с детонацией. Они имеют столько же общего с реальностью, сколько и любые другие легенды.

1. Масло, попадающее в камеру сгорания, снижает детонационную стойкость. Обычно при допустимом расходе масла «на угар» его концентрация настолько мала, что не в состоянии кардинально изменить скорость сгорания заряда. Если же масла попадает слишком много, оно тут же забрасывает свечи, и цилиндр отключается — какая уж тут детонация?

2. В результате детонации повреждается вкладыш коленвала. Эффективность воздействия детонации на вкладыш примерно такая же, как если молотком пытаться расплющить монету, лежащую под чугунной плитой.

3. Детонация возникла из-за уменьшения октанового числа бензина на единицу. Двигатель, столь чувствительный к детонационным свойствам бензина, не имеет права сходить с конвейера.

4. Бензин в баке в норме. Загадка: откуда взялось детонационное повреждение мотора? Некачественной могла оказаться любая заправка в прошлом. Даже полбака некачественного топлива достаточно, чтобы спровоцированная им детонация впоследствии проявилась, например, поломкой поршня. Сколько таких «полбаков» могло быть за время эксплуатации автомобиля?

тому не из теории. Да, калильное зажигание случается, но... в другой технике. К примеру, при эксплуатации турбодвигателей и двухтактных моторов с воздушным охлаждением. Особенно на спортивных соревнованиях.

Получается, что единственным злом современного мотора, вызванным нарушением сгорания смеси, остается детонация.

Слышали звон...

Теория отмечает множество факторов, неблагоприятное сочетание которых может спровоцировать детонацию. Если сделать поправку на современные реалии и абстрагиро-



Все началось с трещины в перемычке, а закончилось поломкой юбки поршня

ваться от нестандартных ситуаций (отказ датчика детонации, ошибка в установке датчика положения коленвала, неэффективная работа системы охлаждения и т. д.), можно утверждать, что основная причина детонации — заправка бензином, октановое число которого значительно ниже рекомендованного для данного двигателя. Именно «значительно ниже» — если октановое число окажется меньше на одну-две единицы, с двигателем ничего страшного не случится. У современного мотора есть запас по этому параметру, а диапазон регулирования системы управления достаточен, чтобы компенсировать это отклонение. В последнее время контроль качества топлива худо-бедно налаживается. Топливные компании следят за соответствием октанового числа бензина норме. Так что количество повреждений двигателей в результате детонационного сгорания год от года уменьшается. И все же они случаются.

Детонационные процессы оказывают воздействие на все детали камеры сгорания, но больше всего «достается» поршню. Следы детонации проявляются там, где она происходит: на периферии камеры сгорания, по краям днища поршня. Если сила и продолжительность детонации были невелики, здесь можно обнаружить лишь характерную эрозию поверхности, подвергавшейся действию ударных волн. Эрозия практически не влияет на работоспособность двигателя, но уже дает серьезный повод задуматься — вспомнить о коварстве детонации. Оно — коварство — заключается в том, что детонация может оказывать отложенное воздействие. Единичный пик давления во фронте ударной волны не может разрушить поршень, но действующая подобно отбойному молотку детонация снижает порог усталостной прочности металла. И чем больше циклов нагружения испытал поршень, тем в большей степени в зонах концентрации напряжений (как правило, в углах канавок под поршневые кольца) накапливаются дефекты и образуются микротрещины. Со временем они растут, расширяются и в один прекрасный момент поршень может «дрогнуть» от обычных эксплуатационных нагрузок. В результате чаще всего происходит разрушение перемычки между первым и вторым компрессионными кольцами. Иногда повреждения затрагивают зону огневого пояса поршня и перемычку под вторым кольцом.

Интенсивная и длительная детонация ничего не откладывает «на потом» и быстро повреждает уплотнительный пояс поршня. Разрушение перемычки — опасная штука, которая редко ограничивается только лишь выкрашиванием небольшого куса поршня. Поломка перемычки нарушает уплотнение поршня и ощутимо увеличивает расход масла из-за возросшего выноса его капель в камеру сгорания. Одновременно



Если отвод тепла через уплотнительный пояс затруднен, а тепловая нагрузка на поршень велика, процесс быстро развивается от температурной деформации к частичному оплавлению и, наконец, полному прогоранию поршня (слева направо)

с этим вследствие нештатного контакта деталей повреждается стенка цилиндра.

Дальнейший ход событий — дело случая. В одном случае (когда мотор работает на низких и средних нагрузках) оставшиеся в теле поршня трещины вскоре могут привести к тому, что поршень развалится на части. В другом, если двигатель продолжительное время поработает в мощностном режиме, поршень начнет плавиться. Напомним, что следующая за уплотнением важнейшая функция компрессионных колец — отвод тепла от поршня. Так, через первое кольцо сбрасывается до 70%, а через второе — до 20% тепла, воспринимаемого поршнем. Поэтому, как только часть кольца «повисает в воздухе», теплосъем с днища поршня уменьшается. Температура в зоне повреждения резко увеличивается и на мощностном режиме достигает точки плавления.

...да не знают, где он

Косвенное термическое последствие детонации в виде расплавленного поршня, скорее всего, и вводит многих в заблуждение. Кто-то приписывает этот результат калильному зажи-

ганию, кто-то начинает думать, что сам процесс детонации сопровождается «троекратным увеличением температуры деталей». Ни то, ни другое неверно. В результате калильного зажигания поршень чаще прогорает, как и следует ожидать, в центре, т. е. вблизи свечи зажигания. При нарушении теплового контакта компрессионного кольца он оплавляется по периметру — там, где термическое воздействие детонации максимально, а отвод тепла затруднен.

Детонация коварна еще и потому, что ее проявления в разных цилиндрах могут быть неодинаковыми. Например, перемычка может быть повреждена только на одном из поршней. В таком случае нужно иметь в виду, что детонация «в отдельно взятом цилиндре», как и коммутация в отдельно взятой стране, — штука маловероятная. Если один из поршней двигателя поврежден детонацией, то, скорее всего, остальные также не избежали ее воздействия — просто дефекты пока не заметны глазу. Значит, чтобы вскоре снова не разбирать двигатель, нужно заменить всю поршневую группу. По идее, детонационные удары передаются не только на поршень, но и на «нижестоящие»

детали КШМ, но для них это комариные укусы. На практике никаких повреждений поршневых пальцев, шатунов, вкладышей и т. д. от детонации не наблюдается, а если они и обнаруживаются, то с детонацией никак не связаны.

В заключение еще раз подчеркнем, что в явлении детонации нет ничего сверхъестественного и мистического, способного ни с того ни с сего вызвать «пятикратное увеличение давления» или «троекратное увеличение температуры деталей». Сегодня это вполне объяснимый и контролируемый процесс. Причины, механизм воздействия и последствия детонации понятны, известно, как с ней бороться — в конце концов, достаточно просто ослабить давление ноги на педаль газа. Но самое главное — к детонации нужно относиться с пониманием. Причем нужно это всем: и автолюбителям, и сервисменам, и экспертам.



Найди в этом номере

Антикор без запаха? Это как же?



ИНСТРУМЕНТАЛЬ

ВСЁ ДЛЯ АЭРОГРАФИИ

- ▲ АЭРОГРАФЫ
- ▲ КОМПРЕССОРЫ
- ▲ АКСЕССУАРЫ

ОПТОМ И
В РОЗНИЦУ

ВСЁ ДЛЯ КУЗОВНОГО РЕМОНТА

- ▲ СТАПЕЛИ
- ▲ ОКРАСОЧНО-СУШИЛЬНЫЕ КАМЕРЫ
- ▲ ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
- ▲ СПОТТЕРЫ
- ▲ ИНФРАКРАСНЫЕ СУШКИ
- ▲ КРАСКОПУЛЬТЫ
- ▲ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ
- ▲ ПОДЪЕМНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

М. КОЖУХОВСКАЯ, УЛ. ТРОФИМОВА ДОМ 35/20 "МАГАЗИН ИНСТРУМЕНТЫ" E-MAIL: 6622690@LIST.RU

ТЕЛ: 8 (495) 782-65-30, 958-88-86, 662-26-90. WWW.AUTO-INSTRUM.RU