

# Практика диагностики. ПХД

## Эпизод второй



СЕРГЕЙ САМОХИН

**ПХД на участке диагностики в разгаре. Разбирая кучу дефектных элементов, скопившуюся за продолжительный период работы, обнаруживаем еще несколько интересных экземпляров.**

Т-а-а-к... а это что за «штуковина»? Небольшая, размером с кулак подростка, «штуковина» оказывается довольно массивной. Из-под черного пластикового корпуса местами проявляются участки металлической поверхности. Похоже, магнитопровод... Через открытую торцевую часть корпуса видно, что его внутренности заполнены полупрозрачной массой, по виду напоминающей неосветленный студень. Снаружи расположены три электрических контакта. Все говорит за то, что это высоковольтная катушка зажигания. Вот только внешний вид не совсем обычный. Едва ли такую доводилось встречать в моторном отсеке какого-либо автомобиля.

Тем не менее, деталь сугубо автомобильная. То, что она нечасто попадает на глаза, объясняется хитрой конструкцией системы зажигания, которую до недавнего времени применяли такие автопроизводители, как Honda, Mazda, Mitsubishi, GM, Toyota. В системе с механическим распределением высокого напряжения катушка зажигания встроена внутрь распределителя, и увидеть ее можно только сняв его крышку.

У этой катушки, как и у прочих экспонатов свалки, своя история. Сама по себе она довольно банальная, но выводы, из нее вытекающие, могут представлять практический интерес.

### Группа риска

Автомобиль Toyota Carina E приехал в автосервис на закорках эвакуатора. Его двухлитровый мотор, вчера еще работавший «как часы», с утра наотрез отказался заводиться. Не составило труда установить, что причина забастовки двигателя — полное отсутствие искры во всех цилиндрах. Дальнейший поиск неисправности, естественно, выполнялся с помощью мотортестера.

**Увесистая деталь с тремя электрическими контактами — катушка зажигания встроенного типа. Ее корпус изнутри заполнен компаундом, который изолирует высоковольтную обмотку.**

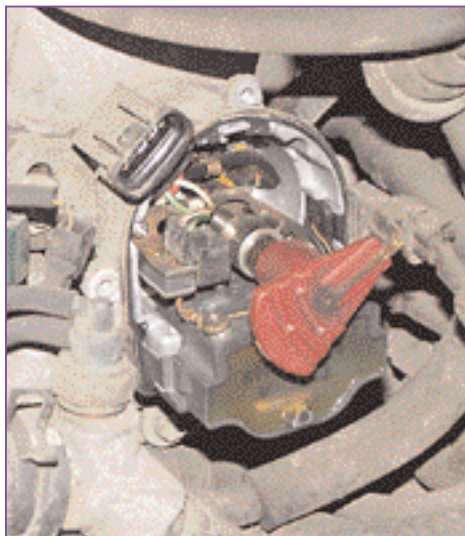


Сигналы в первичной цепи катушки регистрировались на выходе коммутатора (по-ихнему, индигатора). Для снятия кривых зажигания во вторичной, высоковольтной, обмотке воспользовались специально предусмотренным для работы с «замаскированными» катушками кабелем. Он оснащен бесконтактным датчиком емкостного типа, который крепится на корпусе распределителя.

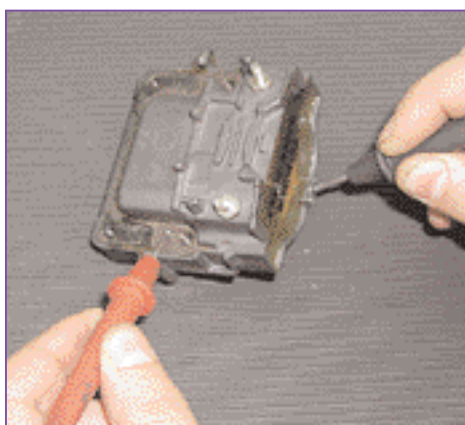
Измерения показали, что первичная цепь коммутируется нормально, осциллограммы напряжения имеют хрестоматийный вид, в то время как во вторичной цепи наблюдается «полный штиль». Вывод однозначен: неисправна катушка, причем ее высоковольтная обмотка. Катушку сняли и для убедительности «прозвонили» мультиметром. Прибор подтвердил, что между высоковольтной обмоткой и магнитопроводом, соединенным с массой, сопротивление отнюдь не бесконечное, а составляет несколько мегаом. Это свидетельствовало, что изоляция между обмоткой и магнитопроводом нарушена. Замена катушки вернула работоспособность двигателю, а поврежденный экземпляр стал экспонатом «свалки».

Катушка интересна не только необычным расположением в системе зажигания. Она представляет собой так называемую сухозаполненную конструкцию. В ней электрическая изоляция высоковольтной обмотки обеспечивается не трансформаторным маслом, как в традиционных, маслонаполненных, катушках, а диэлектрическим компаундом. Именно его внешний вид вызвал ассоциацию с неумело сваренным холодцом. Такая, в общем, прогрессивная технология стала активно применяться в автомобилестроении в начале 90-х годов. Причем, этим способом изготавливались не только встроенные, но и двухискровые и индивидуальные катушки зажигания. Тогда же стали отмечаться частые отказы «сухих» элементов системы зажигания.

Дело отнюдь не в недостаточных изолирующих свойствах высоковольтных компаундов. Их диэлектрические характеристики не уступают трансформаторному маслу. Одна из причин сравнительно невысокой надежности сухозаполненных катушек может возникать на этапе их изготовления. При заливке обмотки компаунд должен полностью вытеснить находящийся в заполняемом объеме воздух. Наличие воздушных пузырьков резко снижает пробивное напряжение. Добиться этого непросто, так как на момент заливки компаунд представляет собой консистентную массу. Обычно для удаления воздуха прибегают к вакуумированию изделия, но это довольно тонкий процесс, который не дает абсолютного результата



Катушка встроена в распределитель высокого напряжения и обнаружить ее можно лишь сняв его крышку. Такая конструкция часто встречается на автомобилях Toyota.



Иногда можно установить неисправность катушки, прозвонив ее мультиметром. В данном случае тест показал, что сопротивление между высоковольтной обмоткой и магнитопроводом отнюдь не бесконечно.

в условиях крупносерийного производства. Тем более что его сложно контролировать. Поэтому вероятность скрытого брака в сухозаполненных катушках, особенно изготовленных «на заре» компаундной технологии, была высока.

Другая причина отказов сухозаполненных катушек связана с эксплуатационными свойствами компаундов. С течением времени, под воздействием резко меняющегося температурного режима в моторном отсеке, наблюдается процесс старения компаунда. Его диэлектрические свойства ухудшаются. К тому же происходит объемная усадка компаунда, чреватая появлением скрытых трещин и отслоением от изолируемых поверхностей. Эти процессы могут привести к межвитковым замыканиям или пробоем обмотки на массу, как в описанном выше случае.

Нередко такие «сюрпризы» преподносятся автовладельцам именно поутру. В этом нет никакой мистики. Ночное понижение температуры может вызвать образование конденсата во внутренних

трещинах и пустотах и спровоцировать пробой при попытке запуска двигателя. Справедливости ради нужно сказать, что отказы катушек зажигания на автомобилях Toyota скорее исключение, нежели правило. В то же время для некоторых моделей автомобилей других автопроизводителей это является характерной «болезнью». К таковым можно отнести, например, BMW, произведенные в начале 90-х годов. В системе зажигания моторов, оснащенных системой управления типа Motronic, применялись вынесенные индивидуальные катушки, доставлявшие немало хлопот при эксплуатации. Другой характерный пример — Jeep Grand Cherokee примерно тех же лет выпуска с рядным 6-цилиндровым двигателем. Используемая в нем сухозаполненная катушка, кстати, японского производства, регулярноставляла клиентов диагностам.

Таким образом, высоковольтные детали систем зажигания, изоляция которых выполнена диэлектрическим компаундом, представляют собой «группу риска». Он особенно возрастает при продолжительном сроке эксплуатации изделий. Это нужно иметь в виду при поиске неисправностей в системе зажигания.

### Раз, два, три, четыре, пять — тонкопленочный опять

Один... два... три... четыре... пять... Да тут целая пропасть расходомеров воздуха! Все — термоанемометрического типа, большинство — с тонкопленочным чувствительным элементом. Интересно, что бы это значило?

Сразу напрашивается вывод о том, что в системах управления двигателем большинства автомобилей, посещающих участок диагностики, применяются измерители воздуха данного типа. Действительно, так называемые, флюгерные расходомеры, являвшиеся неременным атрибутом систем L-Jetronic и ранних версий Motronic, сейчас встречаются все реже. Приговор им был вынесен на основании ряда недостатков, присущих их конструкции. Главные — наличие подвиж-



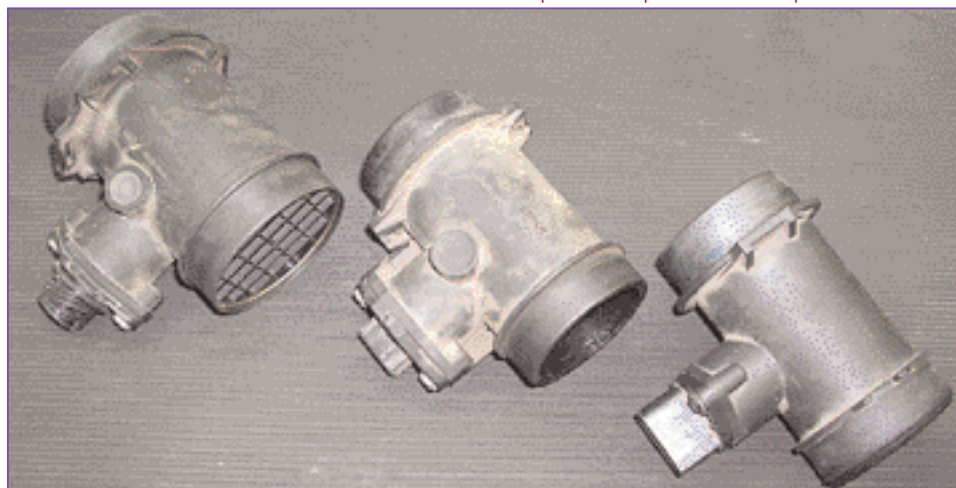
Эта катушка зажигания также имеет сухозаполненную конструкцию. Изготовленная в Японии, она применялась на автомобилях Jeep Grand Cherokee и часто была причиной проблем с двигателем.

ных деталей (заслонки) и скользящих электрических контактов. К тому же они позволяли определить объемный расход воздуха, который затем пересчитывался в массовый с учетом плотности воздуха. При этом измерения выполнялись с большим числом промежуточных преобразований (динамическое давление — угол поворота заслонки — сигнал потенциометра), что снижало их точность.

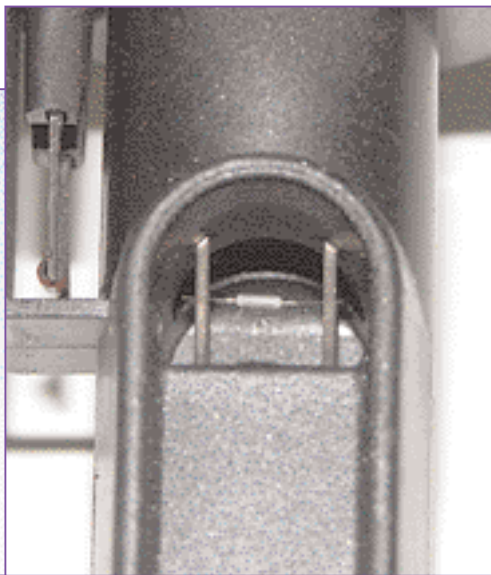
Им на смену пришли расходомеры статической конструкции, в которых используются физические процессы, протекающие на микроуровне. К таковым относятся термоанемометрические расходомеры. Это группа разных по конструкции измерителей, в которых используется единый принцип действия. Он основан на том, что помещенный в поток воздуха нагреваемый электрический элемент рассеивает тепловую мощность, причем, ее величина зависит от массового расхода обтекающего потока.

Наибольшее распространение в таких устройствах получила схема измерения, при которой электронный блок в процессе работы поддерживает постоянный перепад температуры (обычно

Внешний вид корпуса и конфигурация разъема расходомеров различны, но суть одна. Это измерители термоанемометрического типа.



В расходомере производства Hitachi чувствительным элементом является термистор.



100–150°C) между нагреваемым элементом и потоком. Элемент включен в одно из плеч измерительного моста. С его помощью регистрируется изменение электрической мощности, затрачиваемой на нагрев, которая определяется массовым расходом воздуха.

В качестве нагреваемого элемента могут использоваться: тонкая проволока, спираль, термистор, наконечник, пленочный резистор, напыленный на керамическую подложку. В современных измерителях все чаще применяется последний вариант. Расходомеры с тонкопленочным элементом, сочетающие высокую чувствительность и быстродействие с механической прочностью, выпускаются фирмами Bosch, GM, Hitachi и рядом других. Какие проблемы могут возникнуть при эксплуатации этих высокотехнологичных устройств?

сти или ее эрозии под действием частиц пыли, проходящих через поврежденный фильтрующий элемент.

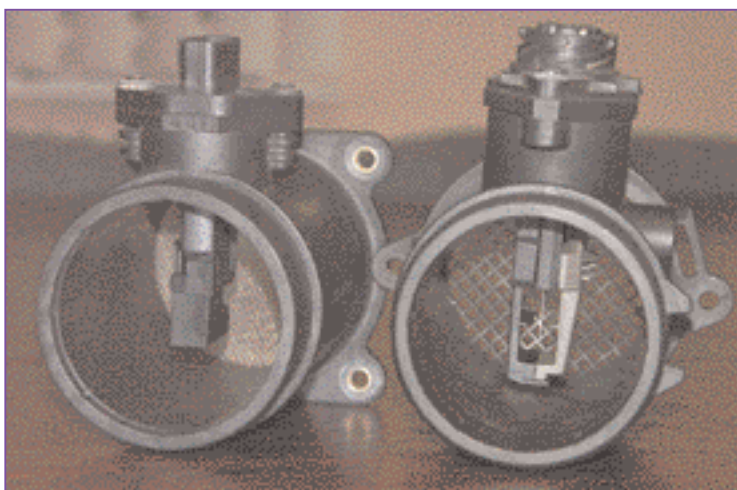
Отклонение выходного сигнала от нормы приводит к тому, что система управления получает недостоверную информацию о массовом расходе поступающего в двигатель воздуха. Поскольку этот параметр является основным при определении базовой длительности впрыска, дозирование топлива будет изначально нарушено.

Степень изменения выходной характеристики расходомера может быть различной. Если она велика, ее в состоянии компенсировать система λ-регулирования (конечно, если таковая предусмотрена). Для этого она корректирует длительность впрыска в ту или иную сторону, добиваясь оптимального состава смеси. Поскольку в случае неисправного расходомера потребуется более

дел, в памяти системы фиксируется соответствующий код неисправности, а на приборной панели загорится лампа «check engine». При больших погрешностях в определении базовой длительности впрыска, которые невозможно компенсировать с помощью замкнутой обратной связи по датчику кислорода, будет наблюдаться повышенный расход топлива или наоборот — его дефицит со всеми вытекающими последствиями.

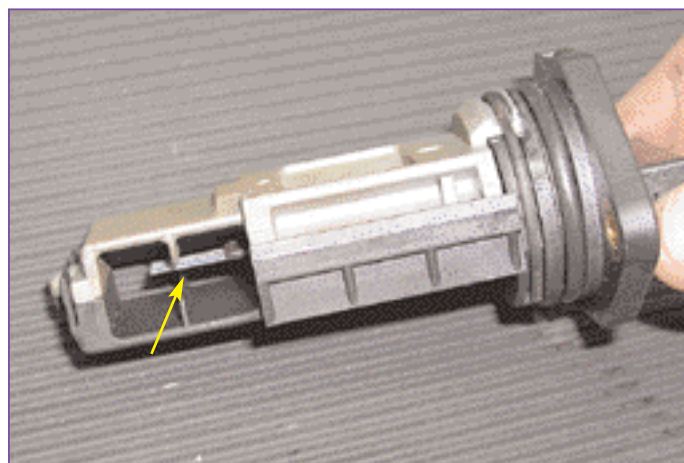
Может сложиться впечатление, что тонкопленочные расходомеры имеют низкую надежность. Это неверно. Как правило, они редко выходят из строя. К сожалению, из этого правила есть исключение. Тем более обидно, что речь идет об изделии одного из пионеров автомобильной электроники, фирмы Bosch, тонкопленочном расходомере модели HFM-5 (Hot-Film air-Mass meter). Он используется в системах управления автомобилей Mercedes-Benz, Nissan, отечественных ВАЗах и ряде других. Расходомер этой версии часто оказывается виновником нарушения дозирования топлива. От модели предшествующего поколения, к которой, кстати, не было никаких нареканий, его отличает несколько иное конструктивное исполнение и другая схемотехника. Изменения, внесенные в схему измерения с целью повышения чувствительности расходомера, отрицательно сказались на его надежности. Как говорится «...и на старуху бывает проруха».

Чем глубже неисправность, тем проще ее устранить. Это правило справедливо и в отношении расходомеров. Когда налицо явные признаки нарушения состава смеси, это повод проверить его работу. Казалось бы, чего проще: «нащупать» в 4- или 5-контактном разъеме сигнальные линии, замерить напряжение и сравнить его с эталон-



Два изделия фирмы Bosch. К тому, что справа, представителю старшего поколения, не было никаких претензий. К «левому» — наоборот.

В последнее время наибольшее распространение получили термоанемометры с тонкопленочным чувствительным элементом, нанесенным на керамическую пластину.



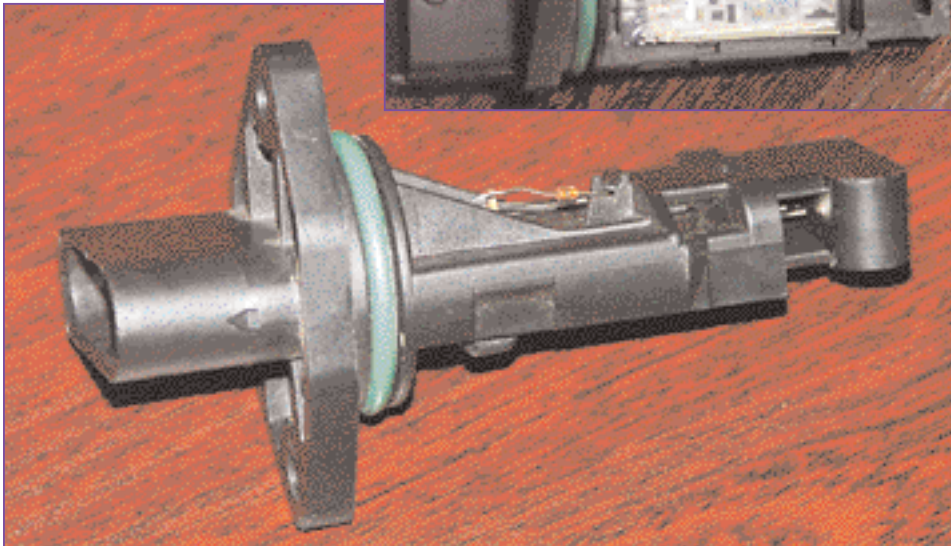
Главным образом неисправность тонкопленочных расходомеров проявляется в дрейфе электрической характеристики. Уход характеристики вызывается изменением условий теплоотвода с поверхности чувствительного элемента. Он может происходить из-за загрязнения его поверхно-

глубокая коррекция, чем обычно, это не пройдет незамеченным для системы самодиагностики. Она отметит изменение так называемого параметра адаптации по топливу.

Если отклонение параметра адаптации от нормы превысит предусмотренный программой пре-

мым. На самом деле метод прямых измерений здесь не проходит. Во-первых, далеко не все производители указывают значение выходного напряжения расходомера. Те же, кто приводят величину сигнала (обычно в режиме включенного зажигания), указывают такой разброс ее допус-

Вскрытие показало, что измеритель массового расхода воздуха модели HFM-5 отличается от предшественника особенностями конструкции и схемотехникой.



тимых значений, что всякое сравнение становится бессмысленным. Приходится прибегать к методу косвенной оценки, для чего потребуются сканер.

С его помощью можно просмотреть коды ошибок. Если код по топливной адаптации, явно указывающий на неправильное базовое дозирование, не обнаружен, можно обратиться к режиму

просмотра текущих параметров. Интерес будут представлять два из них: расход воздуха и уже упоминавшийся параметр адаптации по топливу. Отклонение любого из параметров от среднего уровня можно воспринимать как аргумент в пользу обвинения.

Правда, чтобы обвинение было обоснованным, нужно иметь представление о среднем уровне. Оно формируется в процессе практической работы, если таковая сопровождается вдумчивым накоплением информации и статистических данных. Если же опыта пока недостаточно, можно пойти путем сравнения замеров с параметрами, снятыми с заведомо исправного автомобиля, или пробной замены «подозреваемого».

Не даром говорят «глазки страшатся, а ручки делают». Так, за разговором, и не заметили, как раскидали почти всю кучу. Осталось — всего ничего. Об остатках — в следующий раз. — **ABC**

*Редакция благодарит технического эксперта компании «АмЕвро» Сергея Газетина и специалистов «АВС-сервиса» за помощь в подготовке статьи. Телефоны участка диагностики: (095) 945-7440, 8-916 674-1290.*

РЕКЛАМА

Вы импортируете тяжелые грузы? Подумайте о DHL.

Если Вы импортируете промышленное оборудование, запчасти или другие товары — подумайте о DHL. Широкий спектр услуг и гибкий сервис обеспечат Вашему производственному процессу высочайшую надежность и эффективность. Хотите больше точно контролировать свой бизнес и быть уверенно контролируемым? Подумайте о DHL.

WE MOVE THE WORLD **DHL**