

# ДИАГНОСТИКА

## «Химик», «электрик» и «программист»

СЕРГЕЙ ГАЗЕТИН, технический эксперт компании «АмЕвро»,  
СЕРГЕЙ САМОХИН

**Мы уделили внимание основным приборам для диагностики бензинового двигателя — мотортестерам, сканерам и газоанализаторам. Прежде, чем двигаться далее, полезно еще раз резюмировать все сказанное, упомянуть достоинства и недостатки этих приборов, очертить области их применения и, наконец, попытаться ответить на вопрос «кто главнее».**

Если рассуждать глобально, так сказать, в мировом масштабе, задача рассмотренных диагностических приборов едина. Они призваны предоставить диагносту максимум достоверной информации о состоянии систем двигателя. Можно сказать, что этим их единство и ограничивается, поскольку характер, состав и способ получения информации каждого из трех приборов — различны.

### «Химик»

Как уже говорилось, полнота сгорания топлива — это показатель эффективности работы двигателя в целом. Анализ состава отработавших газов позволяет сделать вывод об исправности двигателя и его основных систем. Газоанализатор — единственный диагностический прибор, позволяющий измерять состав отработавших газов и судить о полноте сгорания топлива.

Причем, газоанализатор выполняет замеры концентрации продуктов сгорания прямым методом — спектрометрированием пробы отработавших газов.

В результате анализа диагност получает ряд непосредственных параметров (концентрация CO, HC, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>), а также несколько расчетных величин (состав топливной смеси или λ-фактор, СО корректировочное). Эта информация уникальна, никакие другие приборы получить ее не позволяют.

Газоанализатор может указать на неисправность системы зажигания, топливной и механической систем двигателя. Поскольку процентный состав выхлопа — интегральный показатель

состояния двигателя, газоанализатор рекомендуется применять как для входного контроля, так и для проверки качества выполненных ремонтных или регулировочных работ. К сожалению, это делают не все и не всегда.

Неоспоримое достоинство газоанализатора — универсальность. Он дает одинаково хорошие результаты при тестировании как карбюраторных,

так и впрысковых моторов, вне зависимости от фирмы-производителя. Многокомпонентные (4- и 5-компонентные) приборы, помимо этого, также успешно применяются для исследования двигателей, оборудованных катализатором.

Газоанализатор — диагностический инструмент, актуальность которого не утрачивается ни с течением времени, ни с совершенствованием конструкции двигателей. Причина — неизменность физических основ рабочего процесса в бензиновых двигателях внутреннего сгорания, эффективность которых зависит от состава топливной смеси и качества ее сгорания.

К сожалению, в большинстве случаев газоанализатор не позволяет локализовать неисправность, то есть прямо указать на вышедший из

### Газоанализатор

- **Способ получения и состав информации.** Непосредственные измерения методом спектрометрирования проб отработавших газов. Аналоговые величины, пропорциональные концентрации компонентов выхлопных газов. Опосредованный расчет ряда параметров (соотношение воздух/топливо, λ, СО<sub>корр</sub>). Данные используются как интегральная оценка эффективности процессов в двигателе.
- **Область применения.** Все типы бензиновых двигателей, вне зависимости от даты выпуска и производителя.
- **Достоинства.** Уникальность получаемой информации, универсальность прибора.
- **Недостатки.** Большая инерционность измерений, сложность проведения «ходовых» испытаний.



стройка элемент. Это — слабая сторона данного метода исследования двигателя. Существенно расширить его возможности можно, применяя газоанализатор совместно с мотортестером. Так, выполняя баланс мощности с параллельным контролем изменения концентрации HC при отключении цилиндра, можно получить гораздо более содержательную информацию о возможных причинах его неэффективной работы.

К недостаткам газоанализатора можно отнести довольно большую инерционность. Вы уже знаете, что время реакции современных приборов на изменение состава отработавших газов — примерно 10 сек. Поэтому газоанализатор не вполне подходит для оперативного отслеживания быстро меняющихся процессов.

Применяя газоанализатор в качестве диагностического прибора, нужно также иметь в виду, что процессы смесеобразования и сгорания в двигателе в безнагрузочном режиме и работе под нагрузкой могут сильно отличаться. Ввиду этого, методика, используемая при контроле токсичности (замер состава выхлопа на холостых и повышенных оборотах в безнагрузочном режиме), далеко не всегда дает объективные результаты. Подтверждением этому служит, например, тот факт, что корректный замер концентрации оксидов азота, образующихся в камере сгорания в условиях высоких температур, возможен только при испытаниях под нагрузкой.

Поэтому, если вы хотите, чтобы ваш диагностический участок максимально соответствовал современным требованиям, нужно иметь в виду не просто многокомпонентный газоанализатор, но достаточно компактный прибор, приспособленный для «ходовых» испытаний. Особенно это

касается пятикомпонентных газоанализаторов. Их «пятый элемент», отвечающий за измерение концентрации NOx, может оказаться бесполезным, если вы не обзавелись дорогостоящим мощностным стендом, а прибор не подходит для мобильного использования.

### «Электрик»

Напомним, что мотортестер — прибор для измерения и визуального отображения различных электрических сигналов в электроцепях любых систем двигателя, включая высоковольтную часть системы зажигания. Всестороннее исследование системы зажигания двигателя — прерогатива мотортестера, другие диагностические приборы выполнять эту работу не могут.

Помимо этого, как «тестер мотора», прибор может оказывать на двигатель испытательные воздействия. По результатам тестов (баланса мощности и замеров относительной компрессии по цилиндрам) с определенной долей вероятности можно делать вывод о состоянии его механической системы. Это также уникальная функция, свойственная лишь мотортестеру.

Данные тесты в большинстве случаев — единственный способ получить информацию о неэффективно работающем цилиндре двигателя. Особенно при исследовании автомобилей, произведенных более пяти лет тому назад.

Надо отметить, что в автомобилях последних лет выпуска предусмотрена еще одна возможность для решения этой задачи. Современные системы управления многих производителей содержат программы, фиксирующие пропуски воспламенения смеси в цилиндрах двигателя. Их наличие является свидетельством нарушения ра-

бочего процесса в каком-либо цилиндре.

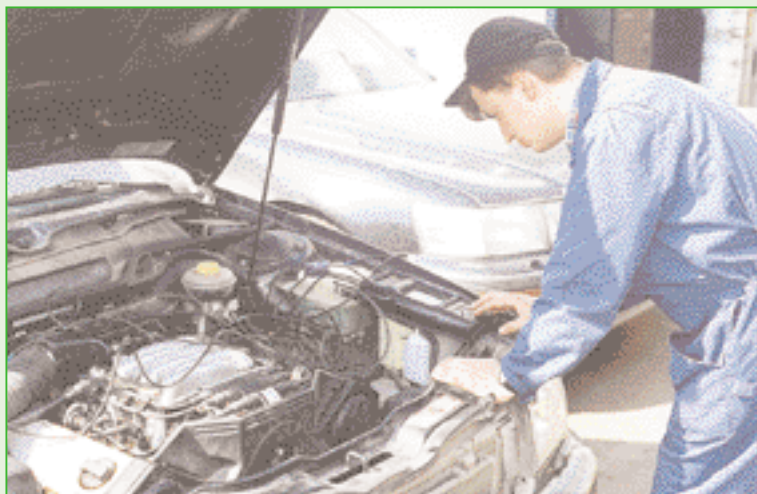
Таким образом, система управления двигателем наделяется некоторыми функциями, свойственными мотортестеру. Именно это и позволяет говорить о том, что при диагностике современных двигателей область применения мотортестера несколько сужается. И все же остается открытым вопрос, способна ли на сегодняшний день система управления абсолютно корректно выполнять указанные тесты. Многие практикующие специалисты отмечают несовершенство программ, приводящее к возникновению ошибок, способных направить диагноста по ложному пути. Кроме этого, «самодиагностической» информацией иногда не так просто воспользоваться из-за отсутствия хорошего сканера или неустойчивости процесса обмена данными между сканером и блоком управления. Так что и в этом случае мотортестер рано «списывать со счетов».

Мотортестер измеряет электрические параметры непосредственно, с применением внешних датчиков. Результаты замеров представляются в аналоговой форме. К достоинствам мотортестера нужно отнести возможность одновременного измерения нескольких электрических сигналов (в том числе, быстроменяющихся) и представления их для анализа в графическом виде на экране осциллоскопа.

Мотортестер — прибор условно универсальный. Условие его универсальности — богатый комплект датчиков и кабелей-адаптеров для исследования систем зажигания различной конструкции: распределительных многоцилиндровых, DIS-систем, систем с индивидуальными катушками. При их наличии мотортестер можно продуктивно использовать для исследования автомо-

### Мотортестер

- **Способ получения и состав информации.** Непосредственное измерение электрических величин в аналоговой форме с помощью внешних датчиков. Осциллографирование быстроменяющихся сигналов. Проведение тестов механической системы двигателя (измерение относительной компрессии и баланс мощности по цилиндрам). Данные главным образом о состоянии основных систем двигателя, включая механическую.
- **Область применения.** Исследование всех типов двигателей при наличии в комплекте соответствующих датчиков и кабелей-адаптеров.
- **Достоинства.** Всестороннее исследование различных систем зажигания. Возможность выводов о состоянии «механики» двигателя. Одновременное измерение нескольких электрических величин.
- **Недостатки.** Ограниченные возможности поиска неисправностей в системе электронного управления двигателем.



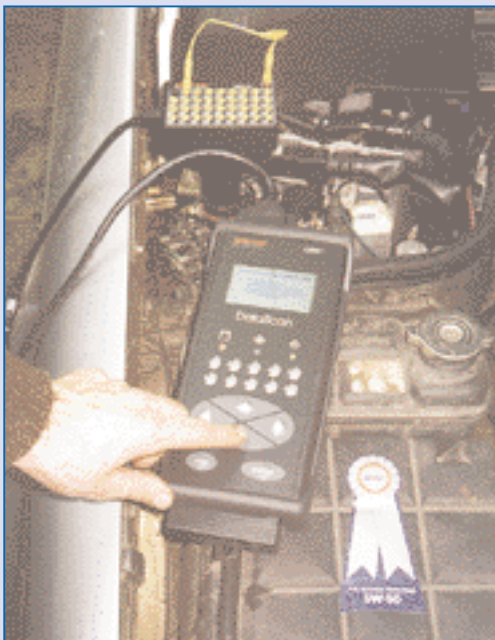
Сканер

- **Способ получения и состав информации.** Цифровые данные о параметрах системы управления. Считывание содержимого памяти блока управления по цифровой шине обмена.

- **Область применения.** Двигатели, имеющие управляющую электронику с развитой самодиагностикой. Специализированный прибор, широта охвата по моделям зависит от программного обеспечения.

- **Достоинства.** Максимально быстрое обнаружение отказов в системе управления двигателем, в том числе спорадического характера. Возможность воздействия на систему управления (сброс кодов, специальные режимы, перепрограммирование).

- **Недостатки.** Невысокая степень универсальности. Объем получаемой информации строго ограничен возможностями системы самодиагностики.



для диагностики. Начнем с достоинств. Используя сканер, диагност получает результаты работы, выполненной за него системой самодиагностики. В большинстве случаев это позволяет максимально быстро обнаружить неисправность или сделать достоверные предположения о направлении поиска. Сканер позволяет успешно бороться и со спорадическими неисправностями, конечно, только в том случае, если они фиксируются в памяти блока управления.

Информация, получаемая с помощью сканера ценна еще и потому, что он позволяет взглянуть на работу системы управления двигателем «глазами» самого блока управления. Ведь часть параметров, отображаемых сканером, — не что иное, как первичная информация, на основании которой блок управления вырабатывает управляющие воздействия. При сбоях в электронике они могут отличаться от величин, измеренных непосредственным образом, например, с помощью осциллографа. Обнаружить это можно только с помощью сканера.

Некоторые функции способен обеспечить только сканер. Например, при регулировке угла опережения зажигания целого ряда моделей концерна VAG нужно перевести систему управления в режим базовых настроек. Без сканера эту операцию выполнить невозможно.

У автомобилей ряда производителей, например, Mercedes-Benz, коды неисправностей хранятся в энергонезависимой памяти. Для их стирания недостаточно обесточить блок управления, сбросив клемму с аккумулятора. В то же время, для ряда основных подсистем управления, например, регулировки оборотов холостого хода, используется следующая логика. При нарушении работоспособности любого из ее элементов, сопровождающемся записью кода ошибки, соответствующий канал поступления информации в блок управления полностью отключается. Чтобы его восстановить, недостаточно заменить дефектный элемент исправным. Нужно также стереть записанный код, что можно сделать только с помощью сканера.

Также незаменим сканер при ремонте или замене АКПП, обладающих способностью к самоадаптации. Даже установив исправную коробку, вы не восстановите работоспособность автомобиля до тех пор, пока не будут сброшены прежние адаптационные уровни параметров. Эта операция выполняется только при помощи сканера.

Подобные меры — искусственные; производители систем управления прибегают к ним для того, чтобы ограничить доступ случайных лиц к ремонту двигателя. Они стремятся принудить автовладельцев обращаться за помощью на дилерские станции, в арсенале которых есть специальное оборудование, в частности, сканеры.

Говоря об области применения сканеров, еще раз подчеркнем: если диагностируемый автомо-

бильных двигателей всех типов, как карбюраторных, так и впрысковых, как имеющих систему самодиагностики, так и без нее.

К сожалению, и мотортестер не лишен недостатков. Обнаружение неисправности в системе управления двигателем с помощью мотортестера может быть очень длительным. Особенно, если опыт диагноста не позволяет сузить круг поиска. Часто в системе управления бывают такие сложные неисправности, что не выручает даже высокая квалификация. К ним можно отнести спорадические (случайно возникающие) отказы, которые никак себя не проявляют на момент диагностики. В такой ситуации мотортестер бессилен, чего нельзя сказать о сканере.

**«Программист»**

В отличие от двух первых, сканер — прибор, который сам ничего не измеряет. Измерительную работу, включая обработку результатов, выполняет своими силами блок управления двигателем, точнее — система самодиагностики. Действуя по заложенной в нее разработчиком программе, система самодиагностики проводит

мониторинг двигателя: контролирует его ключевые параметры, сравнивает с эталонными, анализирует отклонения и сохраняет в памяти обнаруженные ошибки.

Сканер обеспечивает диагносту доступ к содержимому памяти блока управления. Используя программу связи (протокол обмена), сканер считывает сохраненную информацию в цифровом виде и отображает ее в пригодной для анализа форме (текстовой или графической).

С помощью сканера диагност может получить информации не больше, чем это предусмотрено разработчиком системы управления. То есть, возможности сканера зависят от того, какие функции программно заложены в систему самодиагностики. Так, программой системы управления может быть предусмотрено считывание текущих параметров двигателя и его систем, тестирование исполнительных устройств системы управления, удаление кодов ошибок, перепрограммирование системы управления. Хороший сканер позволяет реализовать все эти функции.

Отсюда становятся очевидными как достоинства, так и недостатки сканера как инструмента

бил не имеет электронной системы управления с функцией самодиагностики, о существовании такого диагностического прибора, как сканер, можно временно забыть. При исследовании электронно управляемых двигателей ценность сканера возрастает с развитием системы самодиагностики, с расширением ее функций.

Самодиагностика электронных систем управления автомобилями большинства автопроизводителей вышла на серьезный уровень примерно с середины 90-х. Поэтому можно считать, что на автомобилях, произведенных ранее, использование сканера, за редкими исключениями, малоэффективно. И наоборот, чем ближе дата выпуска автомобиля к настоящему времени, тем более развиты функции самодиагностики системы управления и тем более расширяются потенциальные возможности сканеров.

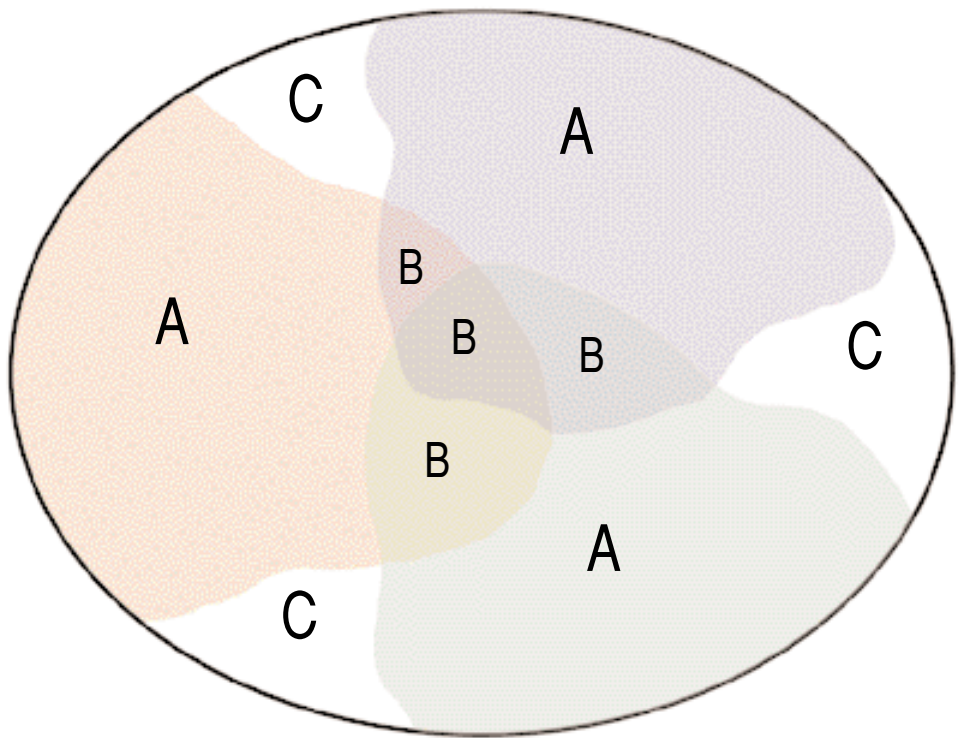
Как мы уже отмечали, универсальных (с точки зрения широты охвата по маркам и моделям) сканеров не существует. Степень универсальности определяется особенностями программного обеспечения конкретного прибора. Скорее, сканер можно охарактеризовать как специализированный прибор для работы с одной, тремя, десятью ... моделями автомобилей, в зависимости от имеющихся в программном обеспечении протоколов обмена данными.

### Химик, электрик или программист?

Осмыслив вышеизложенную информацию, вы, наверняка, уже пришли к выводу, что сама постановка вопроса «или — или» неправомерна. Двигатель — это сложный организм, состоящий из большого количества систем: механических, электрических и электронных. Каждая из них характеризуется огромным количеством параметров. Сгруппированные вместе, они образуют информационное поле, всесторонне описывающее текущее состояние двигателя.

Применяя «информационный» подход к рассмотрению двигателя, целью диагностики можно считать получение необходимого и достаточного объема информации, анализ которого позволяет сделать вывод о неисправности (дефектном элементе, нарушении регулировок и т.д.). В процессе исследования, в зависимости от обстоятельств (характера неисправности, квалификации диагноста, используемых методов) для окончательного вывода может потребоваться различный объем данных о двигателе. Иногда, когда неисправность явная, — небольшой. Бывают более сложные случаи, когда дефект завуалирован и для его обнаружения требуется провести всестороннее исследование ряда систем двигателя.

Как было показано, основные диагностические приборы не похожи один на другой. Они различаются по области применения, характеру и составу информации, а также способу ее получения.



Место «фундаментальных» приборов на информационном поле двигателя. А — области уникальной информации, В — зоны дублируемых данных, С — информационные «дыры», закрываемые прочими инструментами диагноста.

Соответственно, в ряде случаев для обнаружения неисправности бывает достаточно данных только одного из них, например, сведений сканера об ошибках, зафиксированных блоком управления. На практике такое случается редко. Гораздо чаще диагностическое действие развивается по иному сценарию, когда приходится получать большое количество разнообразных сведений о двигателе и, используя аналитические методы, вести поиск большого места. При таком развитии событий одним прибором не обойтись.

Нельзя не учитывать то, что в работе диагноста цена ошибки порой очень высока. Несправедливо вынесенный приговор блоку управления или любому другому дорогостоящему узлу двигателя может подорвать авторитет участка и его финансовое благополучие. Чтобы свести к минимуму вероятность неправильного вывода, приходится проверять предположения иными методами. При этом используется тот факт, что информационные области, «закрываемые» газоанализатором, мотортестером и сканером частично перекрываются (см. рисунок). Это говорит о том, что там, где один прибор дает возможность получить данные непосредственно, другой позволяет судить о них косвенно или получить их в иной форме. Сходимость «показаний» нескольких диагностических приборов — залог правильности предположений диагноста.

Вывод одновременно и прост, и безрадостен (с экономической точки зрения): современному универсальному диагностическому участку для успешной работы не обойтись без приобретения всех трех основных приборов.

Ситуация может несколько упроститься, если вы специализируетесь на обслуживании автомобилей одной или двух марок и к тому же имеете под рукой полноценный склад запасных частей, что характерно для дилерских станций. В этом случае удается чуть сэкономить на оборудовании, проводя поиск неисправности путем последовательной замены элементов двигателя «по подозрению», на основании показаний одного из приборов, например, сканера. Правда, назвать такой процесс «диагностикой» можно лишь с большой натяжкой.

К сожалению, создание полноценного диагностического участка — вещь непростая как с организационной, так и с финансовой точек зрения. В этом утверждении содержится намек на то, что приобретением трех основных приборов не обойтись. Газоанализатор, мотортестер и сканер позволяют получить подавляющий объем данных по двигателю и его системам. Недаром мы отнесли их к основному диагностическому оборудованию. И все же, «химик», «электрик» и «программист» не полностью закрывают информационное поле параметров двигателя, знание которых может оказаться необходимым для обнаружения и устранения неисправности. Универсальному диагносту в работе часто требуется тот или иной прибор, или приспособление из широкого ассортимента вспомогательного диагностического оборудования. О них мы расскажем в следующем раз.