

# Практика диагностики. «Оления — хорося», мотортестер — лучше (Диагностические комиксы II)

СЕРГЕЙ САМОХИН

**Мотортестер — единственный диагностический прибор, позволяющий провести исчерпывающую проверку работоспособности системы зажигания. Этим его возможности при исследовании бензиновых двигателей не ограничиваются. О некоторых из них — далее.**

Напомним, что наша цель — обнаружение и устранение неисправности двигателя 5S-FE автомобиля Toyota Camry, которая проявляется в нестабильной работе на холостом ходу. Условия работы намеренно ограничены использованием единственного диагностического прибора — портативного мотортестера PDA-2100 американской фирмы Interro Systems. Выполненные с его помощью исследования первого подозреваемого, системы зажигания, выявили, что во втором цилиндре двигателя наблюдаются отклонения параметров искрового разряда. Они заключаются в уменьшенных значениях пробивного напряжения и напряжения горения при увеличенном времени горения.

Обычно такой эффект может быть следствием двух причин: либо уменьшенного межэлектродного зазора свечи, либо пониженного значения компрессии в «подозрительном» цилиндре, вызванного наличием механических проблем. Если вывернуть свечу не составляет труда (иногда бывает иначе), то это наиболее быстрый путь для разрешения дилеммы. В нашем случае быстрота —

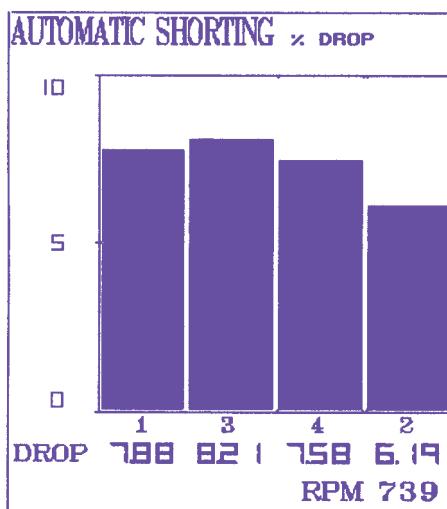
не главное, главное — грамотный, с методической точки зрения, подход, позволяющий ознакомиться с диагностическими возможностями мотортестера. Поэтому допустим, что результаты исследования системы зажигания были не такими очевидными (такая ситуация не редкость). Какие дополнительные методы существуют для определения проблемного цилиндра, и как можно сузить область поиска неисправности? Для этого предусмотрена возможность с помощью мотортестера провести ряд комплексных тестов двигателя — и в этом заключается второе уникальное свойство этих приборов.

## Тестируем

Для анализа состояния двигателя в мотортестере предусмотрены режимы определения баланса мощности и измерения относительной компрессии по цилиндрам. Начнем с баланса мощности, так как для этого требуется та же схема подключения прибора, которая использовалась при исследовании зажигания. Все, что нужно сделать — войти в другое меню и выбрать требуемый тест.

Алгоритм определения вклада каждого цилиндра в суммарную мощность двигателя, применяемый в разных приборах, примерно одинаков. В моменты, соответствующие искрообразованию в исследуемом цилиндре, мотортестер периодически шунтирует первичную обмотку катушки, на несколько секунд «выключая» цилиндр. При этом фиксируется падение частоты вращения двигателя. Выраженное в процентах относительно первоначальной величины, оно определяет распределение

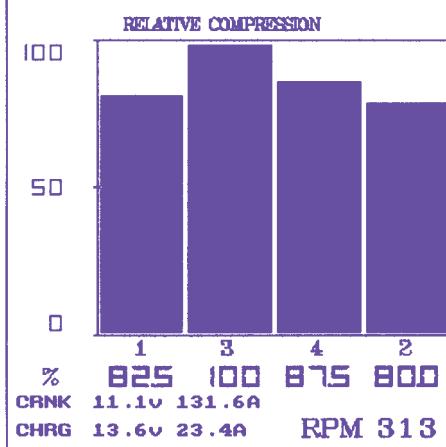
Определение относительной компрессии связано с измерением тока, потребляемого стартером в режиме прокрутки двигателя. Для этого на «плюсовый» провод аккумулятора надевается индукционный датчик.



Баланс мощности с кратковременным отключением цилиндров утвердил во мнении, что проблемный — второй цилиндр двигателя.



## CRANKING TEST



Результаты измерения относительной компрессии не показывают, что у двигателя есть проблемы с механическими системами.

В таких условиях рассчитывать на объективность результатов тестирования сложно: система управления активно препятствует падению оборотов двигателя. Выполненные многократные измерения подтверждают это: каждый раз незначительно «выпадают» разные цилиндры.

В PDA-2100 на этот случай предусмотрена возможность определения баланса мощности по иной методике, отличающейся алгоритмом отключения цилиндров. В этом режиме мотортестер отключает испытуемый цилиндр кратковременно, на один цикл работы двигателя. В течение последующих нескольких циклов происходит восстановление, после чего — еще одно отключение и так далее. За короткий период времени система управления не успевает «отработать» падение оборотов, что повышает достоверность результатов измерения. Такой алгоритм наиболее

эффективен при выявлении незначительного дисбаланса мощности, вызванного не глубоким нарушением работоспособности одного из цилиндров, а спорадическими (случайными) пропусками воспламенения смеси.

По совокупности результатов трех выполненных тестов отмечено, что эффективность работы второго цилиндра чуть ниже, что согласуется с результатами ранее проведенных экспериментов. Если все же остаются сомнения относительно причины недостаточно эффективной работы одного из цилиндров, существует еще одна возможность их развеять. Мотортестер позволяет провести измерение относительной компрессии в цилиндрах двигателя. Вывод об относительной величине компрессии в каждом из цилиндров мотортестер делает, сравнивая значения тока, потребляемого стартером в режиме прокрутки двигателя, в моменты, соответствующие тактам сжатия в разных цилиндрах. Чем выше ток, а значит, и мощность, затрачиваемая на сжатие воздуха, тем выше компрессия.

Справедливо ради, надо отметить, что прямой метод измерения компрессии с помощью компрессометра более информативен. Преимущество, которое дает мотортестер, — приличная экономия времени и сил. Особенно в случаях, когда двигатель многоцилиндровый, да к тому же часть свечей труднодоступна. Все, что нужно сделать, — надеть на «плюсовый» провод, идущий от аккумулятора к стартеру, специальный индукционный датчик, применяющийся для замеров больших величин тока, и прокручивая двигатель стартером, нажать пару кнопок на клавиатуре прибора. Надев и нажав, мы убедились в том, что компрессия не нарушенa.

Процедура измерения относительной компрессии с помощью мотортестера дает дополнительные преимущества. В процессе теста прибор фиксирует «легенду» поведения тока и напряжения бортовой сети при прокрутке и последующем пуске двигателя. При желании на дисплей можно вывести зависимости этих величин по времени. Их несложный анализ позволяет проверить: напряжение АКБ, значение тока, потребляемого стартером и напряжение зарядки. То есть «одним махом» оценить работоспособность всей пуско-зарядной системы автомобиля. Используя тот же индукционный датчик, можно снять кривую пульсаций тока зарядки и проверить исправность работы выпрямительного блока генератора.

Итак, в результате выполненных тестов было подтверждено незначительное сни-



Изолятор и электроды свечи во втором цилиндре — в прекрасном состоянии, а вот межэлектродный зазор подкачал.

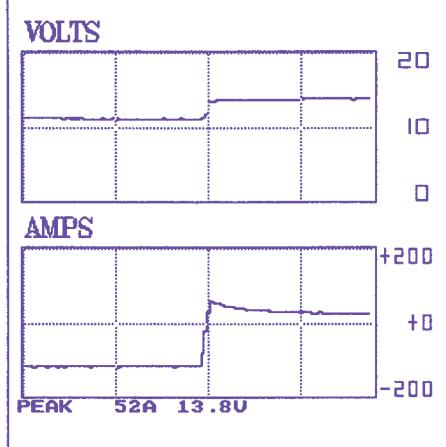
жение эффективности работы второго цилиндра двигателя и установлено, что причина с большой степенью вероятности кроется вне механических систем двигателя.

Надо сказать, что способности PDA-2100 в оценке состояния «механики» двигателя — на самом высоком уровне. Тем не менее, еще раз подчеркнем, что ни этот, ни любой другой прибор не в состоянии дать абсолютно достоверную информацию о степени износа цилиндропоршневой группы двигателя или наличии проблем в газораспределительном механизме. Выводы об этом



Чтобы превратить мотортестер в осциллограф, достаточно к разъему пристыковать измерительный кабель и выбрать соответствующий режим в меню осциллографа.

## CRANKING TEST



Анализ «легенды» изменения электрических параметров бортовой сети, наблюдавшегося при определении относительной компрессии, позволяет быстро проверить исправность пуско-зарядной системы автомобиля.



PDA-2100 можно с успехом использовать для исследования различных систем зажигания, включая системы с индивидуальными катушками.

могут быть сделаны лишь в результате многостороннего исследования различными методами, да и то только с определенной степенью вероятности. Те, кто уверяют в обратном, мягко говоря, преувеличивают.

Что касается нашего диагностического случая, то полученная дополнительная информация утвердила во мнении, что для обнаружения виновника неустойчивой работы двигателя на холостом ходу, нужно вооружиться свечным ключом и поработать им во втором цилиндре двигателя. Извлеченная свеча, изолятор и электроды которой были в отличном состоянии, имела, как и предполагалось, только один дефект. Межэлектродный зазор был на 0,3 мм меньше рекомендованного значения в 1,1 мм. Это могло быть следствием ее неудачного падения (например, в тот же свечной колодец) при установке. Поправить зазор и проверить, что неисправность устранена, — дело техники.

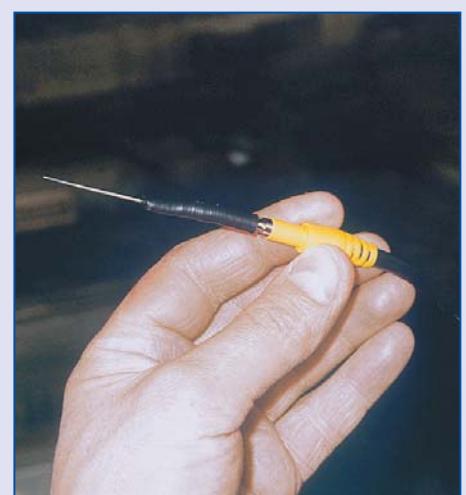
Несмотря на то, что практическая часть программы успешно выполнена, интересно узнать о других функциональных возможностях, которыми обладает хороший мотортестер. Распространенная функция, присущая большинству мотортестеров, — возможность работать в режиме осциллографа. Посмотрим, какую диагностическую информацию можно получить, осциллографируя электрические сигналы различных элементов системы управления.

### Осциллографируем

Как упоминалось, к PDA-2100 прилагаются два сменных модуля. Тот, с которым мы работали до сих пор, позволяет, помимо проверки системы зажигания и тестирования двигателя, работать в режиме одноканального осциллографа. Чтобы задействовать осциллограф, нужно к соответствующему разъему прибора пристыковать входящий в комплект измерительный кабель и выбрать нужный пункт в меню. Для удобства оснащаем штырьковый разъем кабеля наконечником с иго-

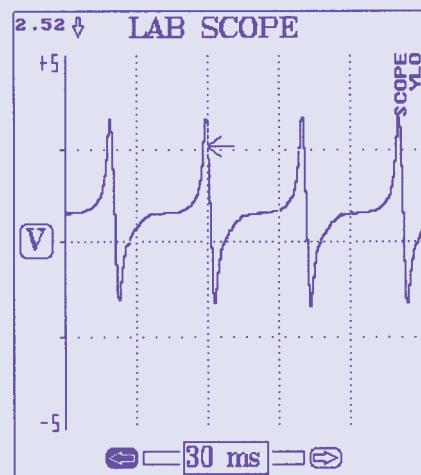
лочкой и приступаем к «иглорефлексотерапии» системы управления двигателя.

Основное предназначение осциллографа — визуальное отображение формы быстроменяющихся электрических сигналов в виде напряжения в точке измерения. Какие сигналы могут представлять интерес при диагностике? Во-первых, сигналы, поступающие в блок управления от многочисленных датчиков (частоты вращения коленчатого вала, датчика положения дроссельной заслонки,

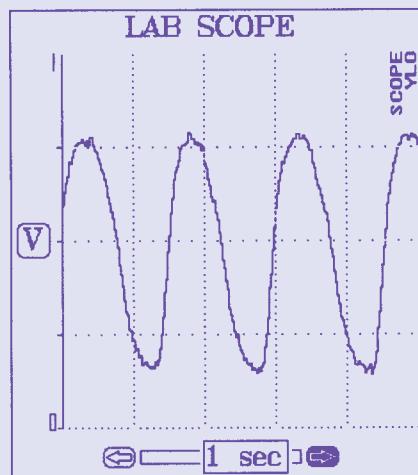


Надев на разъем измерительного кабеля такой наконечник с иголочкой, можно без труда снять осциллограммы в любых точках системы управления.

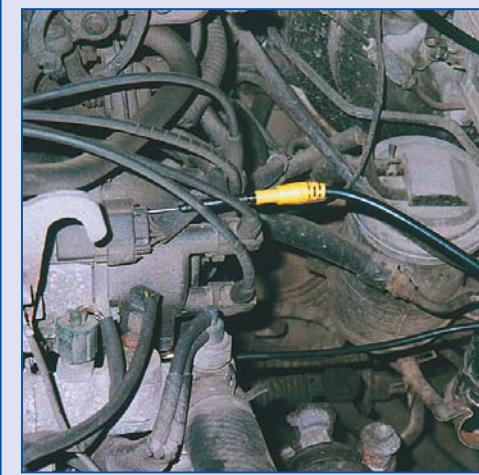
## Надеваем и «вкалываем»



Сигнал датчика частоты вращения коленчатого вала «накалываем» в разъеме на распределителе. Форма сигнала говорит о том, что здесь применяется датчик индукционного типа. Внимание — к амплитуде и повторяемости формы импульсов, которые зависят от исправности обмотки датчика и стабильности зазора между ним и магнитом.



По «тойотовской» традиции цепь λ-датчика выведена в диагностический разъем. Характер изменения формы сигнала (симметрия, стабильность периода колебаний, отсутствие локальных искажений) опытному диагносту скажет многое о стабильности дозирования и горения топливовоздушной смеси. Амплитуда и скорость переключения — о состоянии самого датчика.

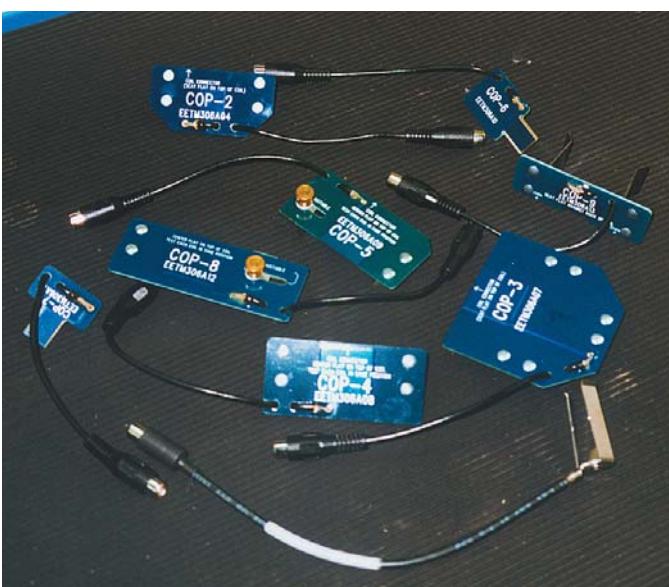


λ-датчика и т.д.). Во-вторых, сигналы, вырабатываемые блоком для управления исполнительными устройствами (регулятором холостого хода или электронным дросселем, электромагнитными форсунками и др.). Измерения можно выполнять как в стационарном, так и изменяющемся режиме (например, при резком нажатии на педаль газа), и наблюдать как циклические, так и переходные процессы.

Анализируя форму сигнала датчика, можно сделать вывод о его исправности. Проверив прохождение сигнала на участке до блока управления, — определить целостность проводки. Наличие правильно согласованного управляющего сигнала требуемой формы на выходе ЭБУ — свидетельство целостности соответствующего выходного канала блока и отсутствия нарушений логики его работы. В ряде случаев по форме сигнала на исполь-

нительном устройстве можно многое сказать о его работоспособности.

Одним словом, осциллографический режим дает богатейшую пищу для анализа. Его результативность главным образом определяется индивидуальными способностями диагностика. Но также немало зависит и от характеристик,



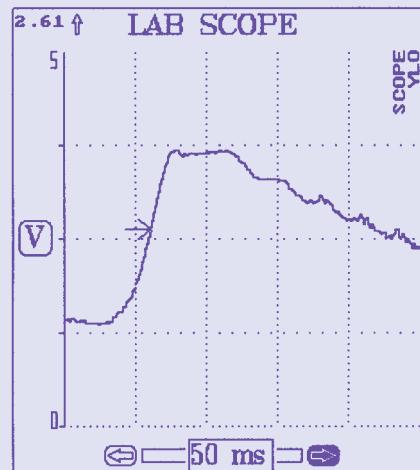
и наличия развитых функций измерительного прибора. Например, в мотортестере PDA-2100 предусмотрен специальный режим, в котором на дисплей выводятся два параметра. Один из них — сигнал во вторичной цепи системы зажигания, второй — любой низковольтный сигнал по выбору пользователя. В таком режиме удобно проверять синхронизацию сигналов по отношению к моменту искрообразования. В меню осциллографа можно выбрать режим автометра. В нем прибор сам по предусмотренной программе проводит обработку сигнала и представляет наиболее важные числовые значения измеряемого параметра (минимальное и максимальное значения, длительность импульса, частоту, скважность, амплитуду и т.д.). Наконец, при установке другого сменного модуля PDA-2100 способен одновременно выводить на дисплей четыре изменяющихся параметра. Так проще проверить логику системы управления и согласованность работы ее разных элементов. Отчет о сеансе «иглоукалывания» двигателя 5S-FE — в отдельном разделе.

### Мотортестер и «КОПы»

Двигатель, который мы использовали в качестве примера для демонстрации возможностей мотортестера PDA-2100, имеет необычную, но устаревшую конструкцию системы зажигания. Эксперимент показал, что с традиционными системами с механическим распределением высокого напряжения мотортестер справляется без проблем.

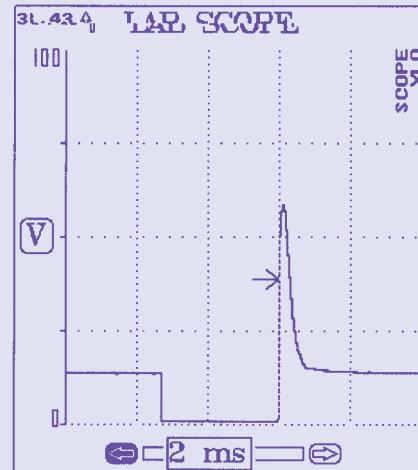
В конструкции большинства современных двигателей применяются системы зажигания со статическим распределением высокого напряжения: так называемые DIS-системы с двухвыходовыми катушками и еще более прогрессивные устройства с индивидуальными катушками, получившие название COP (Coil-on-Plug). Интересно посмотреть, как себя покажет испытуемый в работе с новинками двигателестроения.

Объект для проверки — двигатель BMW модели M52 B23. Рядная «шестерка» оснащена

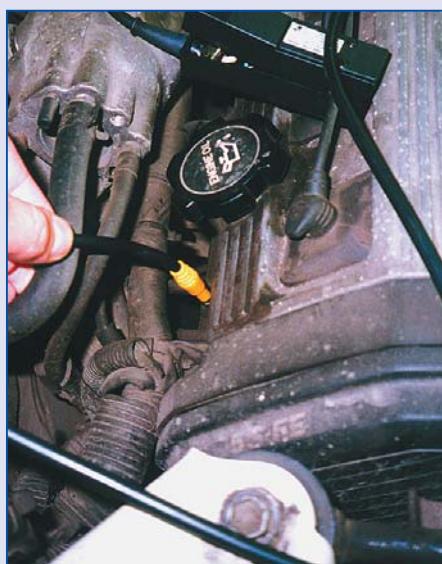


Если наблюдаются провалы в режиме ускорения автомобиля, не лишним бывает проверить переходную характеристику датчика нагрузки двигателя (в данном случае — MAP-сенсора). С помощью осциллографа сделать это несложно: «укол», затем резкое нажатие на педаль «газа», и на дисплее отображается

картина изменения выходного напряжения датчика. Анализ амплитуды, скорости и монотонности нарастания фронта переходной кривой подскажет, виновен ли в неисправности датчик. По такой же методике можно тестировать и датчик положения дроссельной заслонки.



Форсунки спрятались за клапанной крышкой, но и им не миновать «иглоукалывания». Исследуя осциллограмму сигнала управления форсункой, можно понять, исправен ли выходной каскад блока управления, нет ли сбоев в алгоритме управления, цела ли цепь питания форсунки и нет ли замыканий в ее обмотке.





Закрепленный на корпусе катушки датчик соединяется с кабель-адаптером. Через другой кабель в мотортестер подается сигнал в первичной цепи.

COP-зажиганием. Особенность таких устройств — полная недоступность высоковольтных проводов. В этом случае для снятия кривых зажигания применяется емкостный накладной датчик, закрепляемый на корпусе катушки. Автостроители используют устройства с разной конфигурацией корпуса и различными электротехническими характеристиками катушек. Чтобы иметь возможность работать со многими, нужно иметь в арсенале набор накладных датчиков, каждый из которых применяется для одной или нескольких моделей автомобиля. В комплект прибора датчики, как и кабель-адаптер для их соединения с мотортестером, не входят, но их можно приобрести отдельно.

Имеющийся в нашем распоряжении набор из девяти датчиков охватывает практически все наиболее распространенные модели автомобилей. Изучив прилагающуюся к ним техническую документацию, выбираем нужный, COP-5. Там же приводится схема подключения, которая отличается предельной простотой. Закрепленный на корпусе катушки датчик соединяется через разъем с кабель-адаптером. Если требуется од-

новременно наблюдать картину изменения напряжения в первичной цепи системы зажигания, вторым кабелем низковольтный вход прибора соединяется с цепью питания катушки. Ее можно отыскать, сняв защитный чехол разъема. Синхронизации не требуется, так как измерения выполняются только по одному цилинду. Полученные кривые зажигания можно сразу анализировать

PDA-2100 также способен работать и с DIS-системами. В комплект прибора входит кабель для исследования устройств с двухскровыми катушками двигателей с числом цилиндров до 8. Поэтому есть все основания утверждать, что с его помощью можно исследовать все применяемые на сегодня типы систем зажигания.

Стоит упомянуть еще об одной интересной особенности портативного мотортестера. В качестве дополнительной опции к нему предлагается специально разработанная программа PC-Link, установив которую на персональном компьютере, можно объединить его с мотортестером в единое целое в режиме реального времени. Это позволяет управлять режимом работы прибора непосредственно с PC, отображать получаемые результаты на экране монитора в большем формате, осуществлять обмен данными в локальной сети. Одним словом, работать современными методами.

Нельзя не согласиться с тем, что диагностика двигателей вновь разрабатываются для автомобилей все больше строится на применении сканеров. Это диктуется как желанием производителей, стремящихся максимально упростить процесс поиска неисправностей, так и требованиями экологических стандартов в части раннего обнаружения сбоев в работе систем двигателя, влияющих на токсичность выхлопа. Поэтому функции фиксирования неисправностей при эксплуатации автомобиля все в большей степени передаются системе самодиагностики.

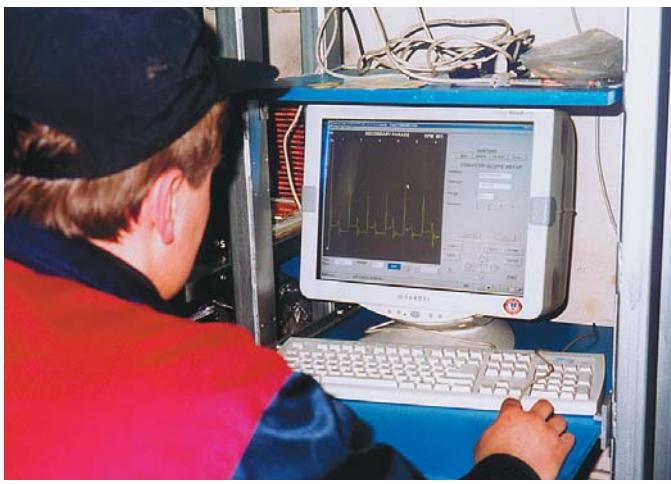
Вместе с тем уникальные диагностические способности, присущие только мотортестеру, еще долгое время будут оставаться востребованными. Особенно у нас,

поскольку большинство автомобильного парка составляют машины с невысоким уровнем самодиагностики. На наш взгляд, очевидно, что мотортестер сегодня — незаменимый помощник диагностика.



Редакция благодарит Сергея Газетина, технического эксперта компании «АмЕвро», и специалистов «ABC-сервиса» за помощь в подготовке статьи.

См. рекламу на стр. 35.

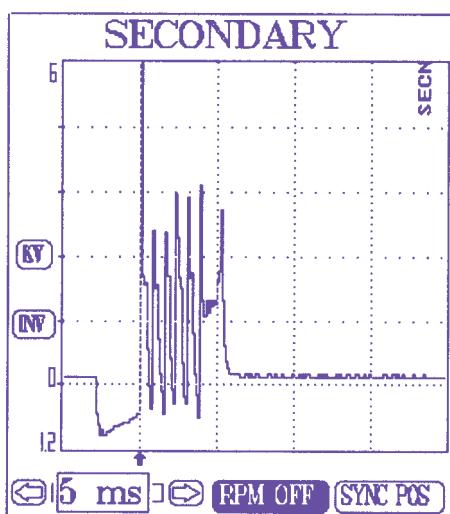


Используя программу PC-Link, управлять мотортестером и наблюдать результаты можно на экране компьютера в режиме реального времени.



или сохранить в памяти мотортестера. Чтобы проверить работу других каналов, датчик последовательно устанавливается на другие катушки, и измерения повторяются.

Выполнив эти несложные действия, мы обнаружили еще одну особенность системы зажигания, которой оснащен баварский двигатель. В ней на межэлектродный зазор свечи подается не одиночный импульс высокого напряжения, а целая серия последовательных импульсов, создающих осциллирующую искру. Так добиваются более устойчивого воспламенения и полного сгорания смеси.



Так необычно выглядят осциллограмма искрового разряда в современном двигателе BMW.