

# ДИАГНОСТИКА РЕБУС

## Мотортестеры

СЕРГЕЙ ГАЗЕТИН, технический эксперт компании «АмЕвро»  
СЕРГЕЙ САМОХИН

**Надеемся, что у читателей, интересующихся диагностикой двигателя, было довольно времени, чтобы поломать голову над «секретом пирамиды» — диагностическим ребусом, предложенным нами в февральском номере журнала. Настало время расшифровать один из шести «кирпичиков», ее составляющих. Начнем с «фундаментальных» средств диагностики. К ним, безусловно, можно отнести мотортестеры.**

Наша задача — понять, что это за прибор, какие неисправности двигателя и его систем он помогает обнаружить, какие типы мотортестеров доминируют сегодня на рынке, в чем их преимущества и недостатки. Отвечая на вопрос: «Что такое мотортестер?», мы не будем давать скучное, строго научное определение. Предлагаем обратиться к истории создания этого прибора, которая и даст нам искомый ответ. Экскурс в прошлое не займет много времени, поскольку история мотортестеров насчитывает немногим более полувека.

### Когда деревья были большими

Один умный человек сказал, что наука начинается с измерений. Диагностика двигателя — тоже наука и она возникла, когда появились измерительные приборы.

Первые приборы для измерения электрических параметров стали использоваться при обслуживании двигателей тогда, когда автомобили начали активно оснащать электрическими системами. То есть примерно одновременно с появлением бортовой сети с ее характерными компонентами: аккумуляторной батареей, стартером и генератором, и системой искрового зажигания с высоковольтной катушкой и прерывателем-распределителем.

Приборы умели измерять частоту вращения

коленчатого вала (обороты двигателя), угол замкнутого состояния контактов прерывателя, напряжение в разных точках (в том числе на прерывателе), переменную составляющую пульсаций генератора и другие. По сути, это были немногие видоизмененные амперметры, вольтметры и тахометры.

Если объединить эти приборы в единый измерительный комплекс, можно ли назвать его мотортестером? Ответ отрицательный. Даже чуть позже, когда в составе автомобильного измерительного комплекса появился осциллоскоп (или осциллограф) и стало возможным наблюдать (или регистрировать) форму быстротекущих процессов, например, изменение напряжения в первичной цепи системы зажигания, кривую высоковольтного разряда, наличие этого мощного измерительного средства не превратило измерительный комплекс в мотортестер.

Подобные комплексы позволяли исследовать лишь вспомогательные системы двигателя (систему электропитания, зажигания). И не давали никакой информации о состоянии самого двигателя, его механических систем.

Тем не менее, вполне достоверные способы получения такой информации были давно известны и применялись мотористами. Основных — два, и вы наверняка использовали их в своей практике. Первый заключается в определении относительной эффективности работы цилиндров, второй — в измерении величины компрессии. Простейшая реализация первого способа заключается в обесточивании свечи зажигания в исследуемом цилиндре и определении на слух или по прибору изменения частоты вращения коленчатого вала. Второй связан с использованием компрессометра (или пробки от бутылки) по известной методике.

Информативность данных тестов не абсолютна, но достаточно высока. На это, конечно же, не могли не обратить внимание разработчики мотортестеров. Оставалось только реализовать эти тесты средствами электрического измерительного комплекса, не прибегая к длительным традиционным процедурам. Случилось это в пятидесятые годы прошлого века. С тех

Пусть вас не вводит в заблуждение необычный вид этого мотортестера середины 60-х. Такой комплектации позавидуют многие современные приборы: мультиметр, тахометр, осциллоскоп, датчик разрежения, тестер утечек, измеритель УЗСК и, наконец, стробоскоп и однокомпонентный газоанализатор. О надежности «гостя из прошлого» говорит тот факт, что в столичных автомастерских продолжают трудиться около десятка таких мотортестеров-«шестидесятников».



пор принцип выполнения двух основных тестов с помощью электроизмерительных приборов не изменился.

Для определения эффективности работы цилиндров (баланс мощности) в момент, когда должно произойти искрообразование в исследуемом цилиндре, шунтируется первичная цепь катушки зажигания. При этом цилиндр «выключается» на непродолжительное время, за которое тахометр измеряет падение оборотов двигателя, вызванное его отключением.

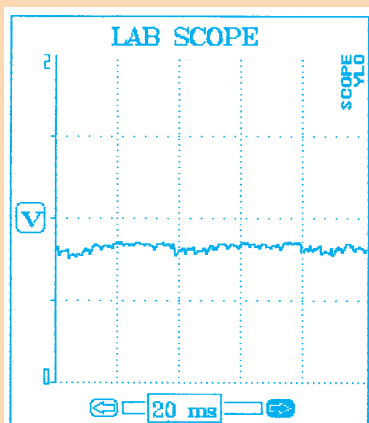
Баланс мощности с отключением цилиндров в

рабочем положении — в гнездах головки цилиндров. А это не только повышает достоверность измерений, но и позволяет экономить массу времени, особенно, если речь идёт о тестировании многоцилиндрового двигателя.

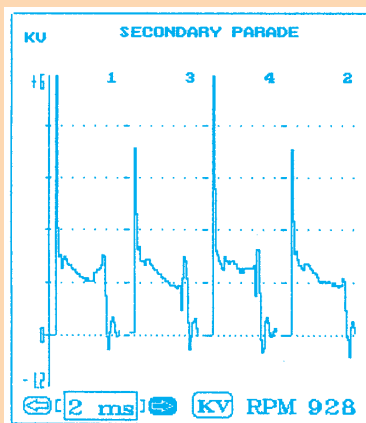
Придание измерительному комплексу функции тестирования механических систем двигателя стало корневой вехой в развитии диагностических приборов. С той поры приборы, наделенные такой способностью, стали называться тестерами моторов или мотортестерами. Иногда их называют анализаторами двигателя (Engine Analyser —

нове тестирования механики — всего два-три базовых теста: измерение компрессии, мощностной баланс (с анализом дельта HC или без) и иногда измерение пульсаций разрежения во впускном коллекторе. Информацию по данным тестам любой квалифицированный двигателю воспринимает не как «истину в последней инстанции», а как повод для всестороннего анализа. Истинное состояние «механики» часто удаётся установить только после целого ряда дополнительных проверок, причём уже без участия мотортестера, с привлечением целого ряда других приборов.

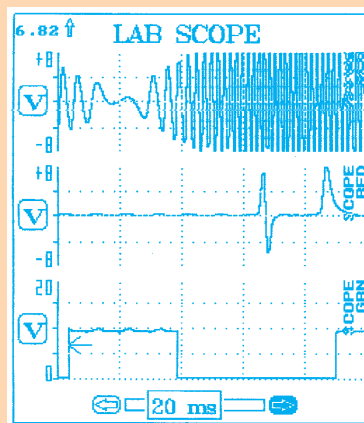
## Профессии мотортестера



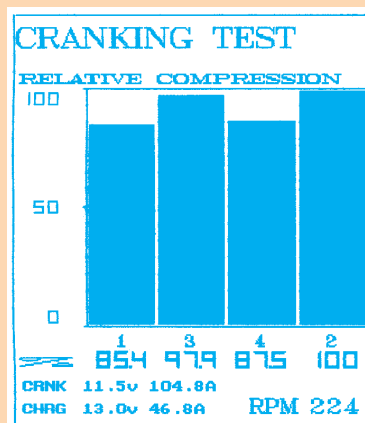
В режиме цифрового мультиметра одновременно измеряет большое количество электрических параметров с отображением результатов на дисплее. (Рис. 1. Напряжение питания топливного насоса).



Измеряя параметры системы зажигания, представляет результаты в различном виде (одиночный цилиндр, растр, парад). По ним можно судить об исправности элементов системы — свечи, проводов, распределителя, катушки. (Рис. 2. Кривые высокого напряжения по цилиндрам).



В осциллографическом режиме отображает и запоминает быстроменяющиеся электрические процессы, например, сигналы датчиков системы управления. Сравнив их с эталонными кривыми, можно проверить исправность и согласованность работы. (Рис. 3. Сигналы датчиков частоты вращения, углового положения коленвала и фазового дискриминатора).



Тестирует состояние «железа» двигателя, измеряя относительную компрессию и проверяя эффективность работы каждого цилиндра. Результаты тестов помогают сделать предположение о состоянии механических узлов двигателя. (Рис. 4. Относительная компрессия по цилиндрам).

последнее время используется все реже, так как в современных двигателях первичная цепь катушки зажигания часто бывает недоступна. На этот случай разработаны и применяются методы оценки эффективности работы цилиндров без их отключения.

Очень остроумный способ был предложен для замера величины компрессии в цилиндрах. В качестве электрической величины, несущей информацию об уровне компрессии, была избрана величина тока, потребляемого стартером при проворачивании коленчатого вала двигателя в момент, когда поршень в исследуемом цилиндре приближается к ВМТ. Чем больше амплитуда тока, тем выше компрессия и наоборот. Абсолютное значение компрессии при этом выражается не в привычных нам барах, а в амперах, но это не уменьшает достоверность измерений, поскольку, по крайней мере, для данного типа двигателя, эти величины жестко взаимосвязаны. Заметьте, что свечи зажигания при таком способе остаются в

термин, чаще употребляемый в западных странах), что также, по сути, верно.

Справедлив и обратный вывод. Если диагностический прибор не позволяет тем или иным способом судить о состоянии «железа», на звание мотортестера он не тянет. Не покупайте на уловки производителей и продавцов, дающих пятидесятидолларовым «коробочкам» с жидкокристаллическим дисплеем громкие названия типа «анализатор двигателя». Поинтересуйтесь, какие тесты может выполнять этот «желтый ящик», и вы убедитесь в том, что это в лучшем случае обычный мультиметр.

Мотортестер — мощный диагностический инструмент, и все же не стоит возводить в абсолют его возможности. Особенно в части тестирования «механики». Заявления о появлении мотортестеров, которые «с абсолютной достоверностью расскажут о состоянии цилиндро-поршневой группы или механизма газораспределения», — не более, чем рекламные приемы. Напомним, в ос-

Подводя итог, еще раз резюмируем, какие возможности предоставляет диагностику мотортестер. Во-первых, возможность одновременно измерять большое количество электрических сигналов в любых электроцепях, включая высоковольтные. Во-вторых, отображать форму и характер изменения этих сигналов во времени в режиме осциллографа или осциллографа. И в-третьих, обязательно оказывать на двигатель испытательные воздействия и на основании анализа его реакции делать вывод о состоянии двигательной механики.

Мотортестер — прибор универсальный, его можно продуктивно использовать для исследования бензиновых двигателей всех типов, как карбюраторных, так и инжекторных, оборудованных различными системами зажигания, имеющих систему самодиагностики и без таковой. Это и дало нам полное основание отнести мотортестеры к «фундаментальным» средствам диагностики и поместить соответствующий квадрат в основание диагностической пирамиды.





Топ-модель фирмы Sun — всемогущий SMP 4000. Славится мощной экспертной системой. Демократичный, IBM-совместимый компьютер облегчает работу в сети и апгрейд программного продукта.

заданной разверткой по времени. Затем точки аппроксимируются кривой с использованием того или иного математического аппарата.

Все описанные действия происходят «в мгновение ока», в результате чего на дисплее видна картина, аналогичная той, что нарисовал бы на экране осциллографической трубки электронный луч. Чтобы она получилась максимально детализированной, нужна максимально высокая частота опроса, которую под силу обеспечить только быстродействующим процессорам.

Кстати, осциллографический режим работы в современных мотортестерах играет колоссальную роль. По времени использования, объему и важности получаемой информации он выходит на первое место.

Увеличение емкости микропроцессорных запоминающих устройств сделало возможным придать мотортестеру функции справочника и банка для хранения данных, полученных при диагностике.

Поскольку одной из основных функций современного мотортестера является измерение сигналов различного рода, его неотъемлемая часть — «пучок» измерительных кабелей (адаптеров), снабжен-

ных разъемами и датчиками для подключения к различным системам двигателя. Особым многообразием отличаются адаптеры для тестирования систем зажигания разных типов, коих существует великое множество.

Стремясь предоставить диагностику максимальное количество средств для исследования двигателя, некоторые производители приборов оснащают мотортестеры дополнительными внешними датчиками, например, для измерения давления во впускном тракте, температуры. И дополнительными диагностическими приборами, такими как газоанализатор или стробоскоп.

Нужно особо подчеркнуть, что включение газоанализатора в перечень дополнительного оборудования мотортестера в свое время явилось революционным прорывом, позволившим получить качественно иную информацию. Ведь эти два прибора объединены в комплекс не только в плане компоновки, но и программно.

При этом появляется возможность, выполняя «баланс мощности», одновременно с отключением цилиндра измерять величину прироста концентрации несгоревших углеводородов (HC) в «выхлопе». Анализ этого параметра на фоне баланса мощности позволяет судить о распределении топлива по цилиндрам (эффективность работы форсунок в моторах с системами распределенного впрыска) и о полноте его сгорания.

Поэтому 4-х, а то и 5-ти компонентный газоанализатор является неременным атрибутом современного мотортестера высокого класса.

Каким бы компактным ни был современный мотортестер, это очень сложный, высокоинтеллектуальный продукт. Более того, это — инструмент коммерческой деятельности, использование которого подразумевает получение прибыли. Поэтому рыночная стоимость мотортестеров, даже самых простых версий, высока. Цена прибора, как правило, отражает уровень его технического совершенства. Поэтому, рассматривая предложения рынка мотортестеров, удобно разделить их на группы по ценовому критерию.

### Приборы стоимостью более 25 тысяч долларов.

Мотортестеры этой ценовой группы часто называют консольными. Это — серьезные стационарные приборы, оформленные в виде «кабинета» — стойки на колесиках. Свое название они получили из-за неременного наличия характерной поворотной, консольно расположенной штанги, используемой для приближения измерительных кабелей к различным точкам двигателя.

Консольные мотортестеры характеризуются высокой степенью оснащенности с аппаратной точки зрения. Они максимально «упакованы» датчиками, адаптерами, дополнительными измерительными приборами. В их комплектации, например, можно обнаружить различные бесконтактные

### Современные мотортестеры

Путь от первых мотортестеров, представивших собой огромные ящики с большими «глазами» стрелочных приборов и осциллографической трубкой, до современных приборов был не долгим, но стремительным.

Стремительность во многом была обусловлена бурным развитием микроэлектроники, достижения которой позволили, например, отказаться от использования аналоговых осциллографов с их неременным атрибутом — электронно-лучевой трубкой. Их заменили осциллографы цифровые (программные), что позволило сделать мотортестеры более компактными.

Цифровые осциллографы отображают переменный процесс на экране следующим образом. Процессор, управляя измерительным блоком, запрашивает сведения об измеряемой величине с определенной частотой, называемой частотой дискретизации. Полученные им данные отображаются в виде точек с

«Одноклассник» от фирмы Bosch — консольный мотортестер FSA 560. В отличие от SMP 4000, он управляется специализированным компьютером, что не всегда удобно. Зато список адаптеров — буквально всеобъемлющий.





Мотортестер Vision Premier американской корпорации SPX — новейший мотортестер модульной конфигурации. Работает в комплексе со стандартным PC. В варианте с ноутбуком может использоваться как портативный. Мощный процессор, цветной дисплей, четырехканальный осциллоскоп. Опции — газоанализатор, стробоскоп, принтер. Основное отличие от «двадцатитысячников» — отсутствие экспертной системы.

значений параметров и допусков различных двигателей и алгоритма поиска неисправностей. Работа экспертной системы состоит из двух этапов. На первом — она сравнивает результаты измерений ряда параметров с их эталонными значениями для данного типа двигателя, хранящимися в базе. На втором — анализирует имеющиеся отклонения и либо сразу указывает на неисправность, либо рекомендует оператору выполнение определенной последовательности действий. Они подразумевают проведение дополнительных проверок двигателя или его системы для вынесения окончательного диагноза.

Это очень серьезное подспорье в работе, особенно для диагностов средней и низкой квалификации. Не стоит переоценивать возможности экспертной системы. Она рассчитана на поиск типовых, наиболее распространенных неисправностей. На практике отмечено, что специалисты высокого класса редко прибегают к помощи экспертной системы. Накопленные ими знания, опыт и чутье позволяют в большинстве случаев идти к цели более прямым и коротким путем, чем тот, что обычно предлагает педантичная программа.

Производителей консольных мотортестеров такого класса на сегодняшний день осталось не так много. Наиболее значимые —

известные концерны Sun Electric, выпускающий мотортестер SMP 4000, и Robert Bosch с моделью FSA 560. Обе модели предлагаются на российском рынке. Известные до недавнего времени американские производители — фирмы Bear и Allen прекратили выпуск такого оборудования. Спрос на дорогую технику невелик даже в богатой Америке.

Высокая стоимость — один из главных недостатков такого оборудования. Но еще большим минусом стационарных мотортестеров является то, что при отсутствии мощного стенда (стоимость которого превышает таковую самих «консольников») невозможно тестировать мотор под нагрузкой, в движении, когда наиболее ярко проявляются некоторые неисправности. В остальном — это самые совершенные приборы.

### Мотортестеры стоимостью от 10 до 20 тысяч долларов

Производителей приборов такого класса гораздо больше. Помимо уже упомянутых фирм, их выпускают немецкие Hermann и Gutmann, американская SPX, английская Crupton. Это говорит и о том, что желающих приобрести такие приборы существенно больше.

За эту цену можно купить мотортестеры, которые имеют практически такое же аппаратное оснащение, как и «двадцатипятитысячники». То есть функциональных различий с последними практически нет. Исключение может составлять немного меньший охват современных систем зажигания с индивидуальными катушками (список вспомогательных адаптеров — скромнее).

Мотортестеры-«десятитысячники» позволяют выполнять те же измерения и тесты, но... Но способности математической программы, обеспечивающей обработку результатов измерений, ниже, справочная база беднее (содержит меньше графического материала), а иногда ее вовсе нет. И, наконец, главное — в них отсутствует такая мощная опора диагноста, как экспертная система.

Из сказанного следует вывод, что стоимость экспертной системы оценивается производителями консольных мотортестеров примерно в десять тысяч долларов. Сумма немалая, но эти деньги вы платите за использование чужого опыта и знаний. Мотортестер-«десятитысячник» может в режиме «Help» подсказать диагностику, как подключить адаптер, может предоставить в его распоряжение данные технического характера, например, электросхемы, допустимые значения рабочих параметров, поможет получить разностороннюю информацию о состоянии всех систем двигателя. Но ее анализ с целью обнаружения неисправности — задача диагноста. Его обучение или повышение квалификации обойдется в сумму, гораздо меньшую десяти тысяч долларов. «Сэкономленные» средства можно использовать для покупки дополнительного оборудования.

датчики тока, датчики температуры, датчики давления (разрежения), комплекты кабелей для работы с индивидуальными катушками зажигания различной конфигурации. Как правило, в состав консольных мотортестеров входит качественный четырехкомпонентный газоанализатор, предусмотрено устройство вывода информации на печать. Короче, за хорошие деньги вы получаете буквально «all in one».

Подстать аппаратному оснащению — качество программного продукта. А это — скорость и точность обработки диагностических параметров, способность сохранять результаты в памяти, обширная база данных практически по всем маркам автомобилей. Помимо этого, программное обеспечение таких мотортестеров содержит так называемую экспертную систему.

Экспертная система — это совокупность базы эталонных

Мотортестер немецкой фирмы Hermann модели HMS 990 также может использоваться как в составе «кабинета» (передвижной стойки), так и в переносном варианте с питанием от АКБ автомобиля. Программный продукт содержит иллюстрированную базу данных с технической информацией, регулировочными данными, электросхемами, имеет режим «Help».





К достоинствам этой группы приборов можно уверенно отнести меньшую стоимость. Можно сказать, что с точки зрения критерия «цена-эффективность» они выигрывают у мотортестеров — «топ-моделей». Еще одно преимущество — возможность применения (при использовании в их составе ноутбука) в мобильном варианте.

### Мотортестеры стоимостью от 3 до 10 тысяч долларов

Это, главным образом, портативные версии мотортестеров. Часть из них совмещает в себе также функцию сканера, но пока они нам интересны прежде всего как мотортестеры.

Если говорить об измерительных способностях таких приборов, то они проигрывают более дорогим моделям, но не существенно. Ограничения по охвату различных моделей автомобилей примерно такие же, как у «десятилетних» приборов. «Усеченность» комплекта адаптеров вызвана прежде всего экономическими причинами. Увеличение их ассортимента приводит к тому, что стоимость комплекта адаптеров становится сравнимой со стоимостью самого прибора.

По этим же причинам в портативных мотортестерах могут отсутствовать вспомогательные датчики (давления, температуры и т.д.). В их составе нет дополнительных приборов (газоанализатора, стробоскопа), хотя в некоторых моделях предусмотрена возможность для их внешнего подключения. База данных, как правило, также отсутствует.



Один из самых удачных представителей «мотортестеров-на-ладони» — PDA 2100 американской фирмы Interro Systems. Полный набор тестов механики и систем зажигания двигателей с числом цилиндров до 8, четырехканальный запоминающий осциллограф, дисплей с высоким разрешением, широкий набор адаптеров.

Достоинные представители портативных мотортестеров практически не проигрывают более дорогим собратьям в математических способностях. В них используются специализированные, высокоскоростные процессоры. Они обеспечивают осциллографу таких мотортестеров очень неплохие характеристики. Так как осциллографическая функция мотортестера очень важна в работе,

укажем, какими характеристиками должен обладать осциллограф профессионального мотортестера.

Лучше, если он будет многоканальным, с функцией запоминания «картинки». Полоса пропускания — от 2 МГц при частоте дискретизации не ниже 500 кГц. Диапазон измеряемых амплитуд — до 100 В. В режиме исследования параметров зажигания: измеряемые амплитуды в первичной цепи — до 1000 В, во вторичной — до 50 кВ.

Дисплеи портативных мотортестеров — монохромные. Цветность, конечно, не главное, а вот достаточно высокое разрешение для профессионального прибора очень важно. Практика показывает, что хороший дисплей должен иметь разрешение не ниже 256x320 dpi.

Неоспоримое достоинство мотортестеров этой группы — демократичная цена. Есть у них и преимущество перед многими более дорогими версиями. Это — мобильность. Возможность диагностики двигателя на ходу — очень сильный момент, во многих случаях позволяющий достичь успеха.

К недостаткам, помимо отмеченных выше, можно отнести недостаточно «разящий» имиджевый эффект. Согласитесь, на непросвещенного клиента более сильное впечатление произведет внушительных размеров стойка, сияющая разноцветными красками, чем уместающийся на ладони скромный прибор.

Итак, первый «камень» в основание пирамиды заложен. Впереди их немало. Это означает, что мотортестер, несмотря на свою универсальность, — необходимый, но не достаточный компонент инструментария диагноста. Разгадывание «диагно-ребуса» продолжается.



Compact DiAx итальянской фирмы Protech — экономичная модель компактного мотортестера. С функциональной точки зрения он не плох, может работать в комплексе с PC, газоанализатором, принтером. К сожалению, технические параметры осциллографа соответствуют невысокой цене прибора.

