

УДК 629.331

**АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ МЕТОДЫ
ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ****В.И. ХОМЧЕНКО, Е.А. ЖАВОРОНОК**
(Представлено: В.В. КОСТРИЦКИЙ)

Проведен сравнительный анализ эффективности, трудоемкости и результативности традиционных методов диагностирования двигателя и альтернативного метода под названием «Тест CSS». Выявлены преимущества и недостатки альтернативной методики диагностирования двигателя.

Для комплексного диагностирования бензинового двигателя на автотранспортных предприятиях с целью выявления неисправностей в кокой-либо из систем используются методики, основанные на применении классических средств диагностирования. Например, для оценки состояния цилиндропоршневой группы используется компрессометр, который измеряет пиковое давления в цилиндре при прокрутке двигателя стартером. Для проверки топливной системы используется топливный манометр, позволяющий оценить давление в системе, а также различные стенды для проверки форсунок с их снятием с двигателя, позволяющие оценить их производительность, качество распыла, эффективность. Для проверки системы зажигания используют: стенды для проверки свечей зажигания, тестеры сопротивления и т.д. При использовании этих методов диагностирования (в нашей работе будем их называть традиционные) в зависимости от марки и модели автомобиля тратится достаточно много времени, что существенно снижает показатели эффективности предприятия [1].

Однако за последние годы в сфере диагностирования двигателей предложены и нестандартные методики (в нашей работе будем их называть альтернативные), которые призваны повысить эффективность и снизить трудоемкость работ.

В данной работе мы рассмотрели и сравнили эффективность, трудоемкость и результативность традиционных методов диагностирования и альтернативного метода под названием «Тест CSS», разработанный диагностом Андреем Шульгиным для мотор-тестеров, произведенных в странах СНГ.

Тест CSS. Название этого теста происходит от первых букв немецкого названия датчика коленчатого вала – CrankShaftSensor. Сигнал датчика частоты вращения / положения коленчатого вала содержит большое количество информации о работе двигателя. В процессе работы каждый из цилиндров двигателя «подталкивает» коленчатый вал, за счет чего коленчатый вал кратковременно ускоряется после прохождения точек ВМТ 0° каждого из цилиндров. Если топливо в цилиндре не воспламенилось, происходит уже не ускорение, а замедление частоты вращения коленчатого вала. Даже тогда, когда блок управления двигателем непрерывно регулирует частоту вращения коленчатого вала при работе двигателя на холостом ходу с целью поддержания оборотов в заданном диапазоне, толчки от работающих цилиндров присутствуют, а от неработающих отсутствуют. Сигнал от датчика коленчатого вала совместно с сигналом о моменте искрообразования в 1-м цилиндре содержит в себе информацию о значительном количестве параметров двигателя [2].

Анализ этих сигналов позволяет:

- оценить статическую и динамическую компрессию для каждого из цилиндров;
- выявить неисправности в системе зажигания;
- оценить состояние топливных форсунок;
- получить характеристику подсистемы опережения зажигания;
- выявить биение задающего зубчатого диска;
- выявить пропущенные и согнутые зубья задающего зубчатого диска.

Для анализа скрипту CSS нужны сигнал от датчика коленчатого вала и сигнал синхронизации с моментом воспламенения в одном из цилиндров.

Сигнал частоты вращения удобнее всего снимать со штатного датчика коленчатого вала, а сигнал синхронизации – с высоковольтного провода одного из цилиндров для бензиновых двигателей, или с управляющего сигнала топливной форсунки для дизельных двигателей. В зависимости от особенностей конструкции двигателя и устройства его системы управления, могут применяться различные способы получения этих сигналов. Но следует заметить, что такие сигналы можно снять практически с любого двигателя, независимо от марки, модели и года выпуска [2].

В рамках данного теста диагностирование двигателя выполняется следующим образом. Мотор-тестер USB Autoscope необходимо подсоединить к USB-порту компьютера. Затем подать питание на мотор-тестер от диагностируемого автомобиля. Подключить к мотор-тестеру высоковольтный датчик синхронизации с искрой в системе зажигания и установить на высоковольтный провод первого цилиндра.

Затем подсоединить осциллографический щуп к входу № 5 USB Autoscope для снятия сигнала с датчика положения коленчатого вала (ДПКВ). Сигнальный щуп удобно подключить к сигнальному проводу ДПКВ при помощи иглы в разъем датчика. Открыть программу USB Oscilloscope и включить режим CSS.

Затем запускаем двигатель и оставляем работать его на холостом ходу. В окне программы включаем запись данных, и через несколько секунд поднимаем обороты до 3000 об/мин, затем резко закрываем дроссельную заслонку. Ждем холостого хода, после чего резко открываем дроссель. По достижении 4000 об/мин выключаем зажигание. При этом дроссельная заслонка должна быть открыта до полной остановки двигателя. Выключаем запись осциллограммы.

Анализ записанных осциллограмм. Для этого в окне программы выбираем пункт «выполнить скрипт». В результате выполнения анализа его результаты будут представлены в окне программы «USB Oscilloscope» в нескольких вкладках отчета: отчет, эффективность, опережение, зубчатый диск. Из четырех вкладок нас интересует вкладка «Эффективность» [3].

Вкладка «Эффективность». Во вкладке «Эффективность» отображаются график частоты вращения коленчатого вала двигателя и графики эффективности работы для каждого из цилиндров. Серый график отображает изменение оборотов двигателя за все время проведения замеров, а цветные графики – отдачу от каждого из цилиндров (рис. 1).

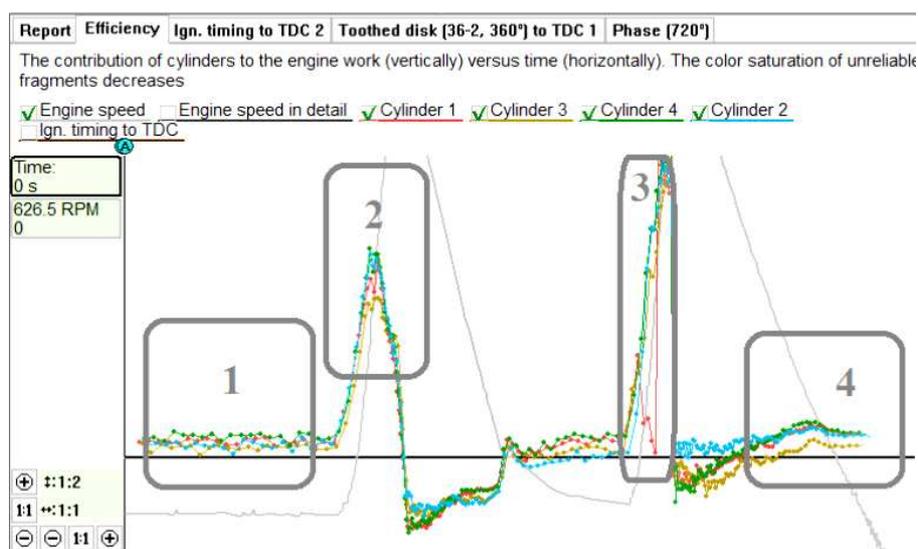


Рисунок 1. – Вкладка «Эффективность» из отчета скрипта CSS

Вкладка «Эффективность» является основной вкладкой отчета скрипта. Скрипт анализирует ускорение после воспламенения в каждом цилиндре, которое называется эффективностью цилиндра. Скрипт фиксирует эффективность цилиндра на протяжении всей работы двигателя и строит график эффективности цилиндра [3].

На эффективность работы цилиндра влияют 3 параметра: компрессия, надежное искрообразование и правильное соотношение компонентов топливно-воздушной смеси. По графикам эффективности можно выявить отклонения этих параметров и сделать предварительные выводы о состоянии механики двигателя, системе зажигания и системе топливоподдачи.

Различные фрагменты цветных графиков позволяют оценить для каждого из цилиндров:

- 1) холостой ход – этот фрагмент позволяет оценить стабильность работы двигателя на холостом ходу;
- 2) состав топливно-воздушной смеси – здесь проявляются загрязненные форсунки и подсосы воздуха во впускной коллектор;
- 3) бесперебойность искрообразования – позволяет выявить неисправности в системе зажигания;
- 4) динамическая компрессия – по этому фрагменту можно выявить износ поршневых колец, неплотные клапана газораспределения и ухудшенную наполняемость цилиндра воздухом.

Диагностирование двигателей автомобилей. Нами было проведено диагностирование двигателей различных марок автомобилей по традиционным методикам. Затем выполнили диагностирование по альтернативной методике с помощью теста CSS, сравнили затраченное время в первом и во втором случаях и эффективность результатов.

Первый автомобиль – это автомобиль Volkswagen Bora 1,6 AKL 1998 года. При проведении проверки по традиционным методикам не было выявлено неисправностей, а время на комплексную оценку

технического состояния двигателя составила 184 минут, так как для извлечения форсунок, свечей зажигания и для замера компрессии понадобилось демонтировать впускной коллектор.

При использовании теста CSS для комплексного диагностирования двигателя также не было выявлено неисправностей (рис. 2).

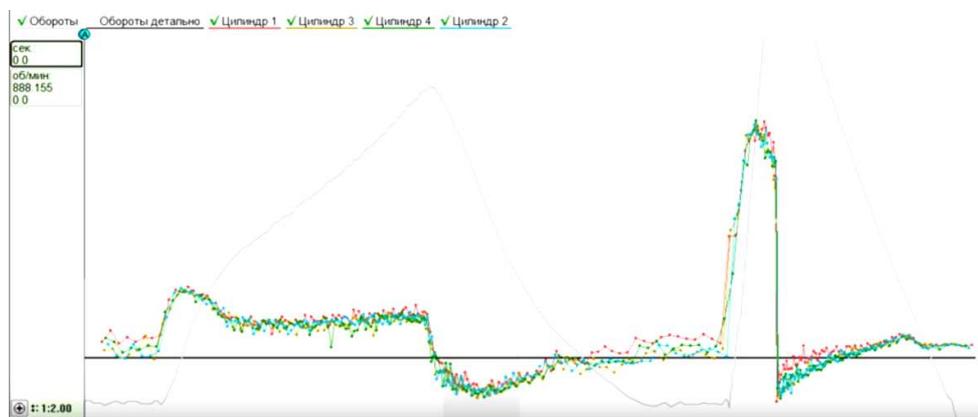


Рисунок 2. – Вкладка «Эффективность»

На рисунке 2 видно, что компрессия во всех цилиндрах одинаковая. Система зажигания работает исправно. С топливоподачей проблем тоже нет (все графики на всех режимах работы находятся на одном уровне). При этом время диагностирования составила 18 минут (в основном время было потрачено на поиск данного датчика).

Второй автомобиль – это автомобиль Fiat Marea 1,6 1996 г. В случае с этим автомобилем было конкретное проявление неисправности, которое проявлялось в виде неравномерной работы двигателя на всех режимах. Для этого автомобиля сначала был выполнен альтернативный тест, а затем проведены проверки по традиционным методикам. При этом подключение датчиков и методика аналогична. В этом автомобиле датчик коленчатого вала расположен таким образом, что для подключения к нему нам пришлось снять часть впускного тракта. Поэтому время на подключение и анализ результатов составило около 30 минут. При анализе замечено, что график эффективности 1-го цилиндра находится ниже остальных на всех режимах работы (рис. 3).

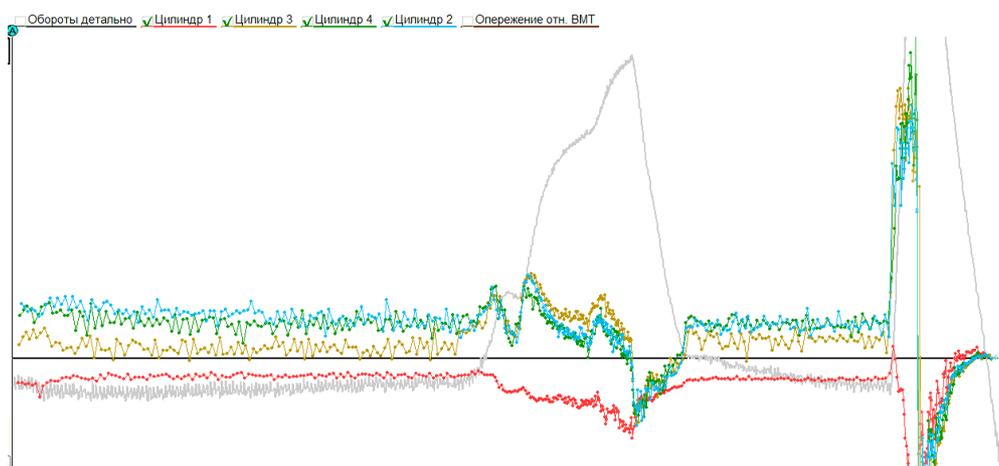


Рисунок 3. – Загрязнение топливной форсунки в 1-м цилиндре

Такое расположение графика свидетельствует о том, что форсунка не добавляет топлива, поэтому в цилиндр подается бедная смесь. Проблемы в цилиндропоршневой группе и в системе зажигания при помощи этого альтернативного теста выявлены не были.

Затем было проведено диагностирование основных систем двигателя автомобиля Fiat Marea с применением традиционных методов. Если демонтаж свеч, их проверка на стенде, проверка катушки высоковольтных проводов и измерение компрессии, а также определение давления в топливной системе не заняло много времени (44 мин), то проверка форсунок на стенде потребовала снятия впускного коллек-

тора и использования для этого подъемника. Поэтому время, затраченное на эту операцию, оказалось существенным (190 мин). Общее время составило 234 минуты.

При проверке элементов системы зажигания и оценке результатов измерения компрессии и давления в топливной системе не было выявлено неисправностей, как при первом тесте. Но при оценке работы форсунок на стенде было выявлено, что форсунка 1-го цилиндра имеет более низкие показатели производительности, чем другие форсунки на всех режимах работы. После очистки форсунок в ультразвуковой ванне результат остался прежним, поэтому было принято решение заменить форсунку на новую. После замены форсунки и установки ее на автомобиль повторно был произведен тест CSS, который указал на одинаковую эффективность всех цилиндров (рис. 4).

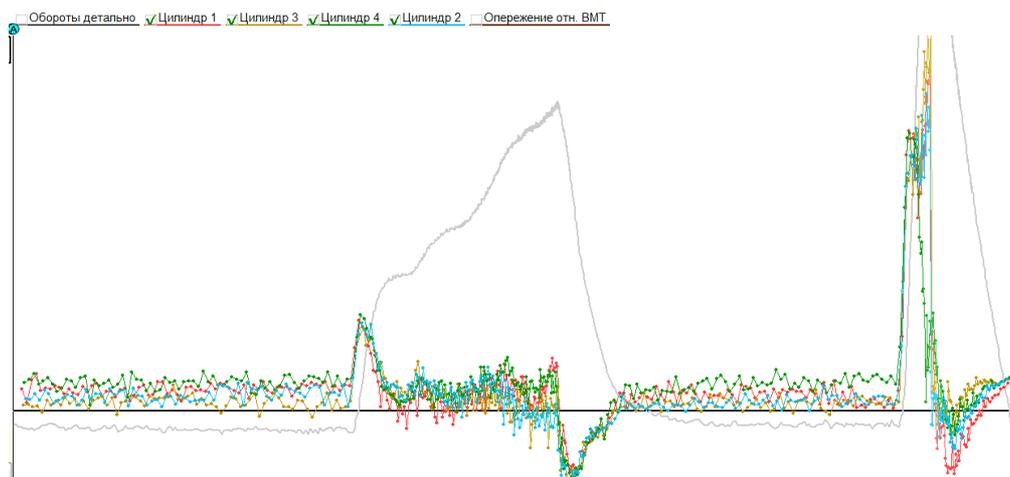


Рисунок 4. – Эффективность работы цилиндров автомобиля Fiat Marea после замены форсунки 1-го цилиндра

Проведем диагностирование еще одного автомобиля с целью определения конкретных неисправностей при помощи теста CSS для того, чтобы убедиться в его результативности. В данном случае – это автомобиль Mazda 626 2,0 16 v 2000 года. Этот автомобиль также имел признаки неисправностей, которые характеризовались как потеря мощности и нестабильная работа двигателя под нагрузкой. После проведения теста CSS, который занял около 15 минут, во вкладке «Эффективность» заметно отклонение красного и желтого графиков, отражающих эффективность работы первого и третьего цилиндра. По графику эффективности первого цилиндра видны пропуски воспламенения во время резкой перегазовки, что указывает на проблему с искрообразованием в первом цилиндре (рис. 5).



Рисунок 5. – Проблема с искрообразованием в 1-м цилиндре

Отклонение в конце графика эффективности третьего цилиндра указывает на проблему с компрессией, что стало причиной снижения мощности отдаваемого этим цилиндром (рис. 6).

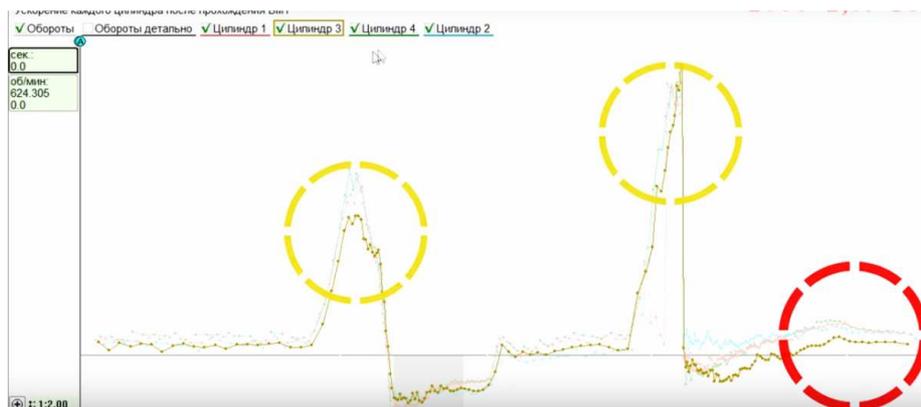


Рисунок 6. – Проблема с компрессией

Графики эффективности второго и четвертого цилиндров не содержат признаков неисправности. Как оказалось, пропуски воспламенения в первом цилиндре под нагрузкой возникли из-за пробитой по изолятору свечи зажигания и ее высоковольтного наконечника. Причиной снижения компрессии в третьем цилиндре был прогоревший клапан.

Заключение

Подытоживая результаты проведенного исследования можно сделать следующие **выводы**:

1. Альтернативный метод исследования при помощи скрипта CSS является незаслуженно игнорируемым в сфере диагностирования автомобиля.
2. Альтернативные методы диагностирования так же точны, как и традиционные, но имеют преимущество – требуют значительно меньших затрат времени.
3. Выполнение диагностики двигателя при помощи скрипта CSS достаточно простое, вместе с тем минусом, или сложностью, могут являться как проблемный доступ к датчику положения коленчатого вала, так и оптические датчики коленчатого вала, применяемые на некоторых автомобилях (например, Daewoo Matiz), с которых невозможно получить необходимый для теста CSS сигнал.

ЛИТЕРАТУРА

1. Савич, Е.Л. Техническая эксплуатация автомобилей : учеб. пособие : в 3 ч. / Е.Л. Савич. – Минск : Новое знание; М. : ИНФРА-М, 2015. – Ч. 2: Методы и средства диагностики и технического обслуживания автомобилей. – 364 с.
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://chiptuner.ru/content/pub_33/. – Дата доступа: 04.05.2017.
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://injectorservice.com.ua/docs/publications/css_typical_examples.pdf. – Дата доступа: 04.05.2017.