ЭКСПРЕСС-ДИАГНОСТИКА ДВИГАТЕЛЯ

В последние годы на тему диагностики двигателя было написано немало статей. Многие из них вызвали большой интерес у читателей. В связи с этим вернемся к этой теме еще раз и расскажем о новых технологиях в диагностике.

Одной из основных задач диагноста является локализация области неисправности ещё в процессе приемки автомобиля в ремонт. Большинство диагностов процесс поиска неисправности начинают с помощью всевозможных сканеров, что, в принципе, правильно - процесс занимает немного времени - 5...15 мин. Но здесь нужно знать принцип работы системы самодиагностики ЭБУ (Электронный Блок Управления), а также учитывать те возможности, которым располагает сканер. Как правило, сканер может считать те коды ошибок, которые сохранены в ЭБУ его системой самодиагностики. Многие сканеры способны отображать ещё и так называемые "фактические параметры", отражающие текущее состояние задающих датчиков, так как это "видит" ЭБУ и др. Также может быть доступен тест исполнительных устройств.

ЭБУ контролирует датчики и управляет работой исполнительных устройств, которые работают совместно с этим блоком по специальному алгоритму, хранящемуся в его памяти.

К задающим датчикам на рис. 1 (показаны зеленым цветом) относятся:

— расходомер воздуха;

— датчик абсолютного давления во впускном коллекторе;

— датчик положения дроссельной заслонки;

— датчик температуры воздуха;

— датчик температуры охлаждающей жидкости;

— датчик положения коленчатого вала;

— датчик фаз;

— датчик детонации;

— датчик кислорода и т.д.

К исполнительным устройствам (показаны синим цветом) относятся:

— клапан холостого хода;

— топливная форсунка;

— катушка зажигания;

— клапан системы EGR и т.д.

Диагностика задающих датчиков не представляет собой большой трудности, так как программа самодиагностики в ЭБУ самостоятельно способна определять обрывы и короткие замыкания сигнальных проводов большинства датчиков и сохранять код ошибки, соответствующий обнаруженной неисправности. Затем этот код ошибки можно считать и расшифровать при помощи сканера. Далее диагноз можно перепроверить методом просмотра "фактических величин": если сканер поддерживает этот режим и если диагноз подтверждается - обычно выполняется простая операция замены датчика на исправный (в некоторых случаях может понадобится проведение процедуры адаптации/согласования ЭБУ и нового датчика).

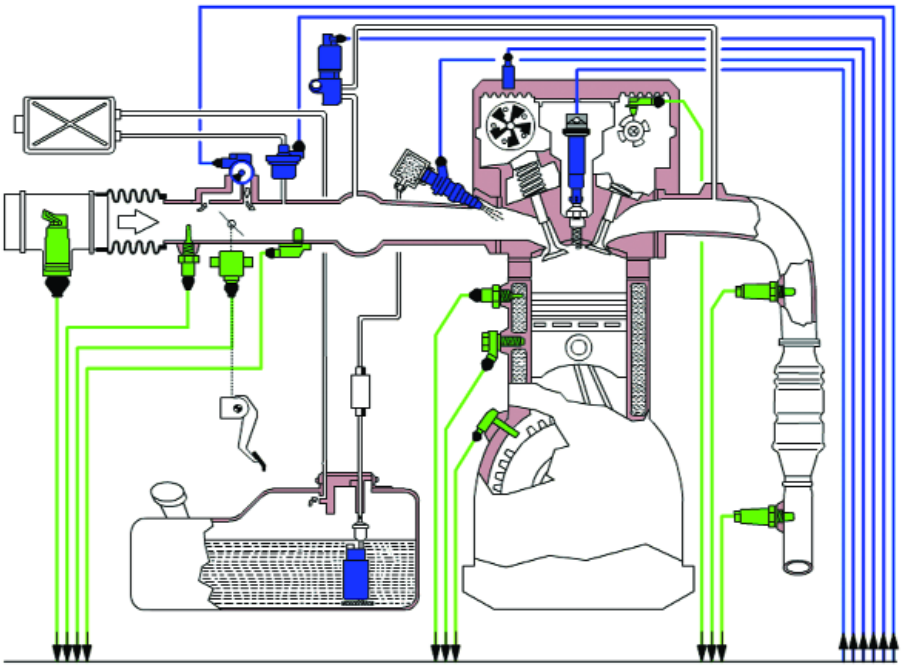


Рис. 1. Схема системы управления бензиновым двигателем

Казалось бы, всё очень просто. Понятие "компьютерная диагностика двигателя" многие понимают именно так. Но если так, тогда зачем ехать на СТО - гораздо дешевле купить портативный сканер OBD II (фото 1), благо в продаже они есть по цене от $10...20.

А если система самодиагностики неисправностей не определила, и, соответственно, сканер показал, что ЭБУ никаких ошибок не зафиксировал?

Как видим, на практике всё может оказаться сложней.

Рассмотрим диагностику исполнительных устройств. Как правило, при помощи сканера можно проверить только некоторые исполнительные устройства, и, зачастую, для этого требуется сканер дилерского уровня.

Причинами возникновения неисправностей исполнительных устройств могут быть:

— механический износ, загрязнение (например, клапан ХХ);

— отложение сажи (например, клапан EGR);

— грязный бензин (топливные форсунки);

— изношенные/"пересохшие"/"пробитые" высоковольтные провода и свечные колпаки, свечи зажигания (система зажигания)...

Для того чтобы выявить неисправности исполнительных устройств и точно указать на конкретную неисправность, одного только сканера недостаточно.

Возьмём, к примеру, топливную форсунку и попытаемся провести аналогию между её работой и работой обычного водопроводного крана, так как и водопроводный кран, и топливная форсунка, по сути, являются клапанами.

Открыли кран - а вода не течёт! Но это ещё не значит, что неисправен именно кран, и его нужно заменить. Ведь причиной может быть ещё и отсутствие воды в резервуаре, забитый или негерметичный трубопровод, отсутствие давления в трубопроводе...

А теперь вернёмся к топливной форсунке. Управляющий импульс подан - топливо не подаётся. Но менять

Фото 1. Портативный сканер OBD II

форсунку ещё рано, так как причиной может быть отсутствие топлива в баке, забитый топливный фильтр, неисправный топливопровод, неисправный топливный насос...

Рассмотрим следующую ситуацию. На СТО приехал владелец автомобиля с такой жалобой:

— двигатель "подтраивает";
— ухудшена динамика разгона;
— расход топлива повышен.

Сканер показал, что никаких ошибок в памяти ЭБУ нет. Методом просмотра фактических параметров выявить неисправность не удалось. Тест исполнительных устройств выполнен успешно.

Причин возникновения симптомов, на которые жаловался владелец автомобиля, может быть множество, и эти неисправности могут находиться в совершенно разных областях.

В системе зажигания могут быть неисправны: свечи зажигания, высоковольтные провода/колпаки, катушки зажигания...

В системе подачи топлива могут быть неисправны: форсунки, насос, регулятор давления...

В самом двигателе может быть неисправна цилиндропоршневая группа (ЦПГ), неправильно установлены тепловые зазоры клапанов газораспределительного механизма, неправильно установлены/изношены распредвалы.

В системе управления двигателем может быт неисправен сам ЭБУ, может неправильно работать дроссельная заслонка...

Для проверки вышеперечисленного, сканер практически непригоден, поэтому здесь используют мотор-тестер. Новые технологические решения, применяемые в мотор-тестере, значительно сокращают время, затрачиваемое на проведения диагностики, а также значительно повышают точность постановки диагноза.

Скрипт "CSS"

Многие ЭБУ бензиновых двигателей способны определять пропуски воспламенения в цилиндрах двигателя и отключать те цилиндры, в которых часто обнаруживаются пропуски воспламенения. Но данная система не способна определить первопричину возникновения пропусков воспламенения, а также не обнаруживает цилиндры со сниженной эффективностью работы.

Проверить состояние цилиндропоршневой группы, системы зажигания, системы подачи топлива и т.д. всего за 5...10 мин практически на любом автомобиле можно при помощи скрипта CSS, входящего в состав программного обеспечения приборов USB-Autoscope. При этом не придётся ни снимать какие-либо датчики и исполнительные устройства, ни разбирать двигатель. Для анализа скрипту "CSS" нужны только сигнал от датчика коленчатого вала и сигнал синхронизации с моментом воспламенения в одном из цилиндров.

В результате, будет:

— оценена компрессия для каждого из цилиндров;
— выявлены неисправности в системе зажигания;
— оценено состояние топливных форсунок;
— получена характеристика подсистемы опережения зажигания;
— выявлено биение задающего зубчатого диска;
— обнаружены пропущенные и согнутые зубья...

Скрипт "CSS" применим и для диагностики дизельного двигателя, что на сегодняшний день достаточно актуально, так как далеко не все системы управления дизельными двигателями позволяют выводить посредством сканера информацию об эффективности работы каждого из цилиндров. А те из них, которые позволяют просмотреть информацию подобного рода, в большинстве случаев выводят только данные о величине поцилиндровой коррекции топливоподачи, связанной со стабилизацией частоты вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу.

Фото 2. Подключение к датчику коленвала при помощи осциллографического щупа

Сигнал от датчика коленвала

Для получения сигнала от датчика коленвала применяется осциллографический щуп, пробник которого подключается параллельно сигнальному выводу датчика коленвала.

Скрипт "CSS" способен анализировать сигнал от датчика частоты вращения/положения коленчатого вала двигателя, работающего в паре с задающим зубчатым диском, имеющим любую формулу (60-2, 36-1, 60-2-2, 36-2-2-2 и так далее...) как с пропусками зубьев, так и без пропусков зубьев. Основным требованием является жёсткое крепление задающего зубчатого диска к коленвалу.

Привод задающего зубчатого диска через цепную передачу либо через ременную передачу не допускается, поскольку в этом случае происходит значительное сглаживание "толчков" от коленвала.

Полученные результаты анализа тем точнее, чем больше количество зубьев на венце задающего зубчатого диска.

Оптический датчик коленвала Laser

При помощи скрипта CSS также можно диагностировать и те двигатели, которые не оснащены штатным датчиком коленвала. В таком случае вместо сигнала от штатного датчика коленвала используется сигнал от внешнего оптического датчика коленвала Laser.

Для того чтобы воспользоваться оптическим датчиком Laser, на шкив коленвала потребуется нанести оптические метки белого цвета, которые будут выполнять роль зубьев маркерного диска. Оптические метки можно наносить различными способами. Наиболее удобно применять либо быстро сохнущую белую краску, например, канцелярскую корректирующую жидкость, либо липкую ленту белого цвета.

Фото 3. Оптический датчик коленвала Laser

Фото 4. Канцелярская корректирующая жидкость и липкая лента белого цвета

Продолжение следует...

Владимир ПОСТОЛОВСКИЙ
Член ОСАТ

ЭКСПРЕСС-ДИАГНОСТИКА ДВИГАТЕЛЯ

Продолжение. Начало №11 2011г.

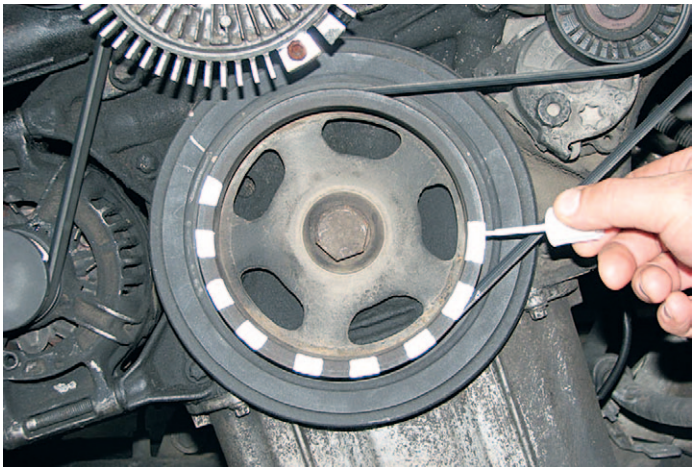


Фото 5. Нанесение оптических меток на шкив коленвала при помощи канцелярской корректирующей жидкости

Ширина каждой из наносимых меток должна быть не менее ~5 mm, расстояние между соседними метками должно быть также не менее ~5 mm. Чем больше меток будет нанесено на шкив коленвала, тем меньшей будет погрешность измерений. Для 4-цилиндрового двигателя следует сформировать оптический маркерный диск, состоящий, по меньшей мере, из 8 меток, то есть количество меток должно быть, как минимум, в 2 раза большим количества цилиндров двигателя.

Для фокусировки и направления лазерного луча от оптического датчика Laser на оптический маркерный диск понадобится помощь ассистента.

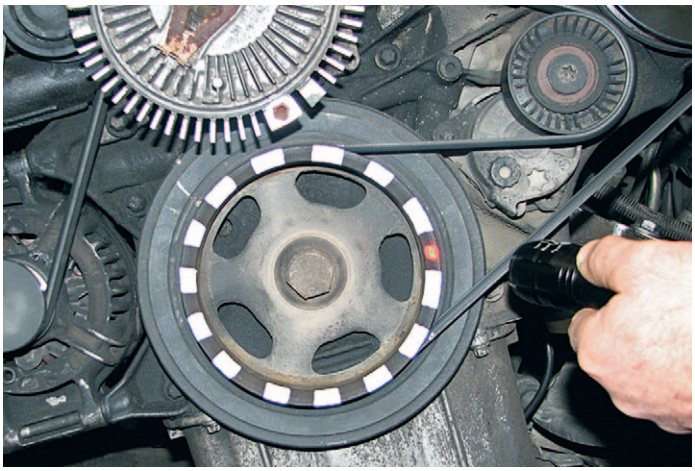


Фото 6. Выбор направления и фокусировка лазерного луча от оптического датчика коленвала Laser на поверхности оптического маркерного диска

Датчик следует расположить на расстоянии ~5…50 см от поверхности шкива коленвала с метками. Световое пятно от лазерного луча следует сфокусировать до размера, приблизительно соответствующего половине ширины оптической метки (~5…10 mm).

В зависимости от компоновки двигателя в моторном отсеке, а также от конструктивных особенностей шкива коленвала, оптические метки можно наносить на любой доступной поверхности шкива.

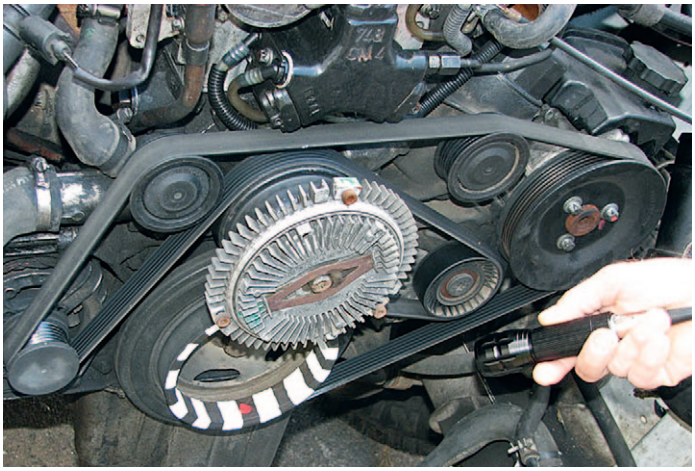
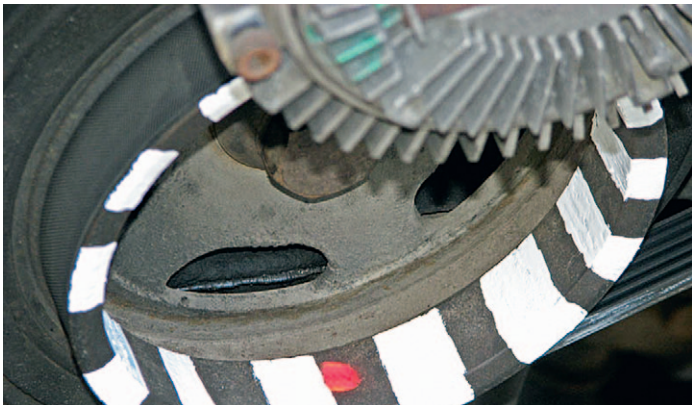


Фото 7, 8. Пример использования внутренней поверхности шкива коленвала в качестве поверхности для нанесения оптического маркерного диска



СИНХРОНИЗАЦИЯ С МОМЕНТОМ ЗАЖИГАНИЯ

При работе с бензиновым двигателем используется сигнал синхронизации с моментом зажигания. Для получения сигнала синхронизации в зависимости от типа системы зажигания используется либо датчик первого цилиндра Sync, либо универсальный накладной ёмкостной датчик Cx Universal, либо осциллографический щуп.

Здесь следует обратить внимание на то, что для нормальной работы скрипта CSS требуется получить импульсы синхронизации именно с моментом воспламенения топливовоздушной смеси. Помешать алгоритму скрипта правильно выполнить синхронизацию могут «холостая» искра и/или «наводки» от соседних цилиндров. В зависимости от типа системы зажигания, здесь могут возникать затруднения, более подробно рассмотренные ниже.

При работе с двигателем, оснащённым классическим зажиганием (для синхронизации применяется датчик первого цилиндра Sync), наряду с истинными синхроимпульсами могут быть получены также и импульсы синхронизации с моментом зажигания в соседних цилиндрах. Возникает такой эффект из-за взаимных «наводок» между высоковольтными проводами системы зажигания. В таком случае можно либо предпринять меры для снижения этих «наводок», либо синхронизироваться по другому цилиндру.

При работе с двигателем, оснащённым DIS системой зажигания (для синхронизации применяется датчик первого цилиндра Sync или универсальный накладной ёмкостной датчик Cx Universal), также могут возникать «наводки» между высоковольтными проводами системы зажигания. Но, кроме этого, к описанным выше затруднениям прибавляется ещё и так называемая «холостая» искра, которая всегда генерируется DIS системами зажигания. Суть этого явления заключается в том, что между электродами свечи зажигания возникает дополнительный искровой разряд в конце такта выпуска перед началом такта впуска. Ёмкостный датчик (как датчик первого цилиндра Sync, так и универсальный накладной ёмкостной датчик Cx Universal) в большинстве случаев генерирует импульсы синхронизации с моментом воспламенения топливовоздушной смеси с большей амплитудой, а импульсы синхронизации с «холостой» искрой с меньшей амплитудой. За счёт этого, в большинстве случаев, скрипт CSS успешно распознаёт истинные импульсы синхронизации. Но некоторые неисправности DIS системы зажигания могут привести к тому, что полученные импульсы синхронизации с моментом воспламенения топливовоздушной смеси будут неотличимы по амплитуде от импульсов синхронизации с «холостой» искрой. В таком случае нужно устранить неисправности в системе зажигания или синхронизироваться по другому цилиндру.

При работе с двигателем, оснащённым индивидуальными катушками зажигания, синхронизация осуществляется по импульсам управления катушкой зажигания (для синхронизации применяется осциллографический щуп). В исправной системе индивидуального зажигания управляющие импульсы подаются на катушку в конце такта сжатия перед началом такта рабочего хода. Но в случае отсутствия сигнала от датчика фаз, многие системы управления двигателем с индивидуальным зажиганием переключают топливные форсунки в режим попарно-параллельного впрыска, а управляющие импульсы на катушки зажигания начинают подавать в два раза чаще – в конце такта сжатия перед началом такта рабочего хода («рабочая» искра) и в конце такта выпуска перед началом такта впуска («холостая» искра). Отличить «рабочую» искру от «холостой» искры здесь невозможно. В этом случае нужно устранить неисправности датчика фаз.

Таким образом, для успешной синхронизации скрипта CSS на два оборота коленвала должен приходиться только один импульс синхронизации.

ДАТЧИК ПЕРВОГО ЦИЛИНДРА SYNC устанавливается на высоковольтный провод одного из цилиндров и

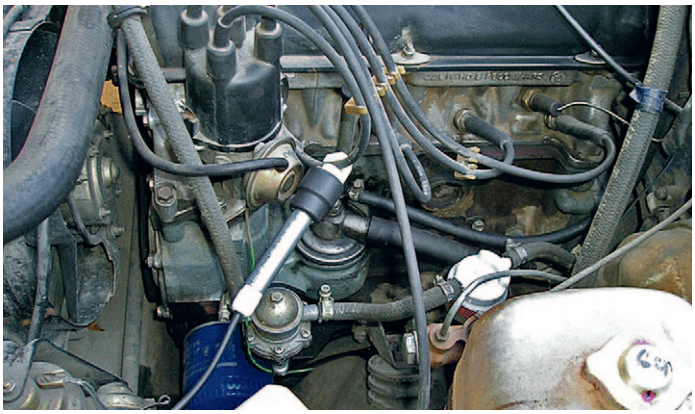


Фото 9. Установка датчика синхронизации на высоковольтный провод первого цилиндра классической системы зажигания

подключается к входу In Synchro адаптера диагностики систем зажигания. Применяется для получения сигнала синхронизации с моментом зажигания в одном из цилиндров бензинового двигателя, оснащённого одной из следующих типов систем зажигания:

– классическое зажигание – система зажигания с механическим распределением высокого напряжения по цилиндрам;

– DIS система зажигания, в которой, по крайней мере, один высоковольтный вывод катушки зажигания соединён со свечёй зажигания посредством высоковольтного провода;

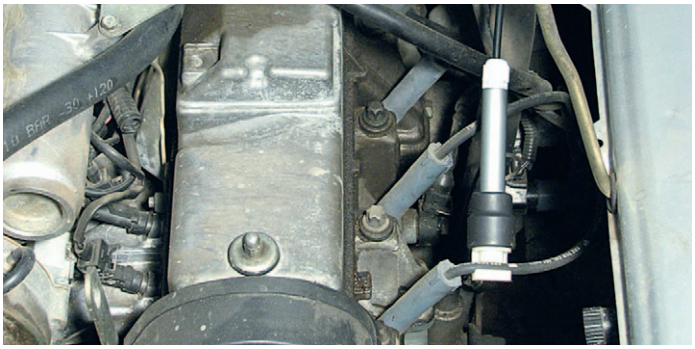


Фото 10. Установка датчика синхронизации на высоковольтный провод первого цилиндра DIS системы зажигания

– индивидуальная система зажигания, в которой, по крайней мере, один высоковольтный вывод катушки зажигания соединён со свечёй зажигания посредством высоковольтного провода.

Фото 11. Индивидуальная система зажигания, оснащённая высоковольтными проводами

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ НАКЛАДНОЙ ЁМКОСТНЫЙ ДАТЧИК CX UNIVERSAL, подключённый к входу In Synchro адаптера диагностики систем зажигания, применяется для получения сигнала синхронизации с моментом зажигания в одном из цилиндров бензинового двигателя, оснащённого одной из следующих типов систем зажигания:

– индивидуальная система зажигание, в которой применены компактные индивидуальные катушки зажигания;

– DIS система зажигания, катушки зажигания которой установлены непосредственно над свечами зажигания и соединены со свечами зажигания посредством высоковольтных колпаков (без применения высоковольтных проводов). Такие катушки зажигания чаще всего объединены в модули. Здесь универсальный накладной ёмкостный датчик Cx Universal следует устанавливать как можно ближе к высоковольтному колпаку выбранного для синхронизации цилиндра.

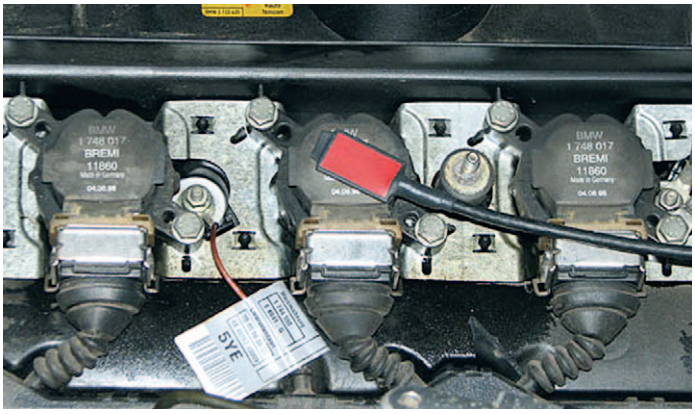


Фото 12. Установка универсального накладного ёмкостного датчика Cx Universal на компактную индивидуальную катушку зажигания в качестве датчика синхронизации

ОСЦИЛЛОГРАФИЧЕСКИЙ ЩУП, подключённый к входу «Sync» универсального накладного индуктивного датчика Lx Universal, применяется для синхронизации с импульсами управления индивидуальной катушкой зажигания.

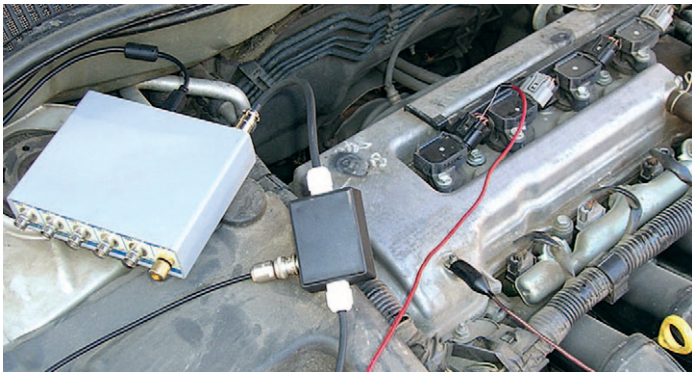


Фото 13. Подключение осциллографического щупа параллельно управляющему выводу индивидуальной катушки зажигания

СИНХРОНИЗАЦИЯ С МОМЕНТОМ ВПРЫСКА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

При работе с дизельным двигателем используется сигнал синхронизации с моментом впрыска дизельного топлива.

ТОКОВЫЕ КЛЕЩИ CTI применяются в качестве датчика синхронизации с моментом впрыска дизельного топлива для систем Common Rail с электромагнитными или пьезофорсунками и для систем, оснащённых электронно-управляемыми насос-форсунками или электронно-управляемыми индивидуальными ТНВД. Клещи устанавливаются на один из электрических проводов, по которым осуществляется управление форсункой/индивидуальным ТНВД.

Разъём токовых клещей CTi подключается к аналоговому входу USB-Autoscope.

ДАТЧИК ДВИЖЕНИЯ ИГЛЫ, встроенный в одну из топливных форсунок (применялся в системах управления относительно старых дизельных двигателей), формирует сигнал синхронизации с моментом впрыска топлива одной из форсунок. Этот сигнал можно использовать в качестве сигнала синхронизации с моментом воспламенения в одном из цилиндров таких дизельных двигателей.

Для синхронизации по сигналу от датчика движения иглы, к его сигнальному выводу подсоединяется пробник осциллографического щупа, разъём щупа подключается к аналоговому входу USB-Autoscope.

Фото 14. Подключение осциллографического щупа параллельно управляющему выводу индивидуальной катушки зажигания

ДАТЧИК ПД-4/ПД-6 совместно с согласующим усилителем применяется для синхронизации с моментом впрыска дизельного топлива в системах без датчика движения иглы относительно старых дизельных двигателей. Датчик устанавливается на топливопровод одной из форсунок.

Разъём согласующего усилителя пьезоэлектрического датчика ПД-4/ПД-6 подключается к аналоговому входу USB-Autoscope.

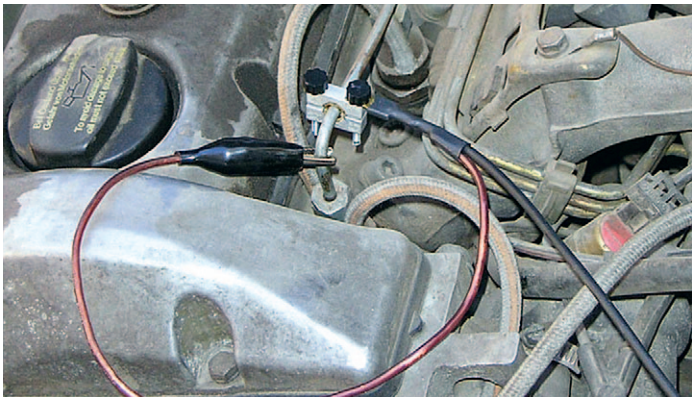


Фото 15. Установка пьезоэлектрического датчика ПД-4/ПД-6 на топливопровод одной из форсунок

Теперь, когда на аналоговые входы USB-Autoscope поданы сигнал от датчика коленвала и сигнал синхронизации, их следует записать в следующем порядке:

- запустить двигатель исследуемого автомобиля и оставить его работать на холостом ходу;
- в окне программы USB-Осциллограф вызвать режим CSS и включить запись сигналов;
- после начала записи необходимо дать двигателю поработать на холостом ходу в течение 2…5 секунд, далее плавно увеличить частоту вращения двигателя до 3000 RPM с минимальным открытием дроссельной заслонки, после чего закрыть дроссельную заслонку;
- дождаться снижения частоты вращения двигателя до 1000 RPM и резко полностью открыть дроссельную заслонку. Как только частота вращения двигателя достигнет 3000 RPM, следует выключить зажигание, при этом дроссельная заслонка должна продолжать удерживаться в полностью открытом состоянии до тех пор, пока двигатель полностью не остановится;
- остановить запись сигналов.

Продолжение следует…

Владимир ПОСТОЛОВСКИЙ
Член ОСАТ

ЭКСПРЕСС-ДИАГНОСТИКА ДВИГАТЕЛЯ

Продолжение. Начало №11, 12, 2011г.

АНАЛИЗ СИГНАЛОВ ПРИ ПОМОЩИ СКРИПТА CSS

После записи сигнала от датчика коленвала и сигнала синхронизации, для выполнения анализа сигналов в окне программы «USB Осциллограф» следует вызвать меню «Анализ => Выполнить скрипт».

Скрипт CSS для анализа запрашивает от пользователя минимальное количество дополнительной информации – порядок работы цилиндров и значение начального угла опережения зажигания/впрыска дизельного топлива. Если точное значение начального угла опережения зажигания/впрыска неизвестно, можно указать приблизительное значение (с погрешностью не более ±10°).

Если же требуется проверить, не прокручен ли задающий зубчатый диск относительно коленвала (например, из-за «срезанной» шпонки шкива), значение начального угла опережения зажигания следует указывать как можно точнее – погрешность величиной ±10° здесь уже недопустима. В таком случае прежде следует измерить точное значение начального угла опережения зажигания при помощи PlugIn-а «Измерение УОЗ», после чего при работе со скриптом CSS в соответствующем поле указать измеренное значение. Такая методика позволяет скрипту CSS точно рассчитать количество зубьев от пропуска зубьев до ВМТ 0°, а также построить уже не относительный, а абсолютный график угла опережения зажигания.

В результате выполнения анализа, его результаты будут представлены в окне программы «USB Осциллограф» в нескольких вкладках отчёта:

• Report/ • Эффективность/ • Опережение/ • Зубчатый диск/

ВКЛАДКА «REPORT»

Первая вкладка отчёта – текстовая.

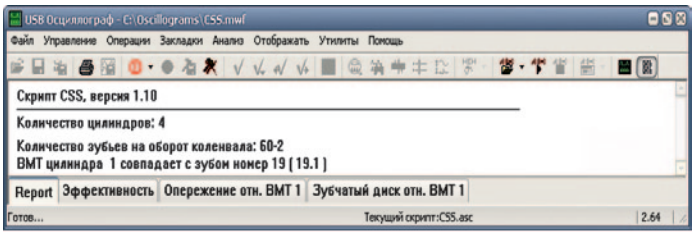


Рис. 16. Вкладка «Report»

Здесь отображаются следующие результаты анализа.

КОЛИЧЕСТВО ЗУБЬЕВ НА ОБОРОТ КОЛЕНВАЛА: отображает рассчитанную формулу задающего зубчатого диска. Например, 60-2 означает, что диск размечен под 60 зубьев, два из которых пропущен.

ВМТ ЦИЛИНДРА 1 СОВПАДАЕТ С ЗУБОМ №… порядковый номер зуба (начиная от пропуска зубьев), располагающегося напротив датчика коленвала в момент, когда поршень первого цилиндра находится в верхней мёртвой точке.

ВКЛАДКА «ЭФФЕКТИВНОСТЬ»

Во вкладке «Эффективность» отображаются график частоты вращения коленчатого вала двигателя и графики эффективности работы для каждого из цилиндров.

График частоты вращения отображается серым цветом. Чем больше обороты двигателя, тем выше расположен участок графика.

Цветные графики отображают эффективность работы каждого из цилиндров. Чем выше расположен участок графика эффективности, тем более сильный «толчок» на этом участке создал цилиндр. Цилиндр, который не работает совсем, создаёт замедление коленвала, и соответствующий ему график эффективности располагается ниже чёрной горизонтальной оси.

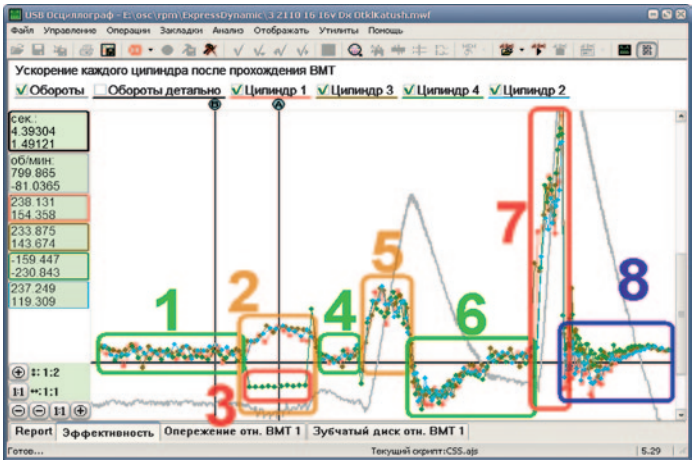


Рис. 17. Отображение различных режимов работы двигателя во вкладке «Эффективность»

Во время записи приведённого выше примера, когда двигатель работал на холостом ходу **1**, для наглядности был отключен электрический разъём от индивидуальной катушки зажигания 4-го цилиндра **2**, после чего он был повторно подключен **4**. График эффективности 4-го цилиндра при этом опустился ниже чёрной горизонтальной оси **3**.

Далее была плавно открыта дроссельная заслонка **5** – при этом, как видно по графикам эффективности, «отдача» от каждого из цилиндров увеличилась. После этого дроссельная заслонка была резко закрыта **6** – «отдача» от всех цилиндров опустилась ниже нуля. После снижения частоты вращения коленвала, двигатель продолжил работать в режиме холостого хода **6**. Далее была резко открыта дроссельная заслонка **7**, при этом каждый из цилиндров создавал значительное ускорение коленвала – графики эффективности значительно приподнялись. Когда частота вращения двигателя превысила 3000 RPM, было произведено выключение зажигания, но при этом дроссельная заслонка продолжала удерживаться в полностью открытом состоянии **8** до тех пор, пока двигатель полностью не остановился. Сразу после выключения зажигания частота вращения коленчатого вала начала снижаться; но ещё какое-то время двигатель вращался по инерции, по-прежнему продолжая «засасывать» в цилиндры воздух и сжимать его. Искра зажигания при этом уже не подавалась. В результате сжатый в цилиндре воздух после прохождения поршнем точки ВМТ 0° работал, подобно пружине, «подталкивая» коленчатый вал. Чем большее количество сжатого воздуха находилось в цилиндре в этот момент, тем более сильный возникал «толчок».

Таким образом, положение и форма графиков эффективности на участке снижения частоты вращения двигателя при выключенном зажигании с открытой дроссельной заслонкой зависит только от работы механической (пневматической) части двигателя и не зависит ни от состояния системы зажигания, ни от состояния системы подачи топлива.

Продолжение следует…

Владимир ПОСТОЛОВСКИЙ
Член ОСАТ

ЭКСПРЕСС-ДИАГНОСТИКА ДВИГАТЕЛЯ

Продолжение. Начало №11, 12 (2011 г.), №1 (2012 г.)

Следующий пример был записан на карбюраторном двигателе объёмом 1.5 автомобиля ВАЗ 2109 с применением внешнего датчика коленвала.

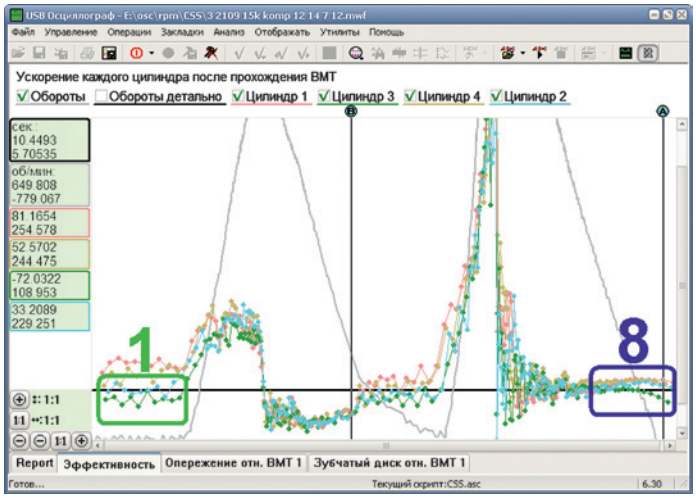


Рис. 18. Эффективность работы 3-го цилиндра снижена из-за его негерметичности

Здесь график эффективности **3-го цилиндра** при работе двигателя на холостом ходу **1** расположился ниже чёрной нулевой линии, что указывает на значительное снижение эффективности работы этого цилиндра. Другими словами – двигатель «троил».

По последней фазе графиков: **во время снижения частоты вращения двигателя с полностью открытой дроссельной заслонкой при выключенном зажигании 8 видно, что с падением частоты вращения двигателя, график эффективности 3-го цилиндра всё больше отклоняется вниз от графиков других цилиндров. Такой характер отклонения графика свидетельствует о сниженной компрессии в данном цилиндре.**

Измерение компрессии при помощи компрессометра классическим способом при прокрутке двигателя стартером дало следующие результаты: 12 Bar, 14 Bar, 7 Bar, 12 Bar (для цилиндров 1, 2, 3 и 4 соответственно).

Таким образом, скрипт CSS позволяет однозначно выявлять неисправности в механической части двигателя, выявлять, в каком конкретном цилиндре присутствует эта неисправность; результаты измерений при этом практически не зависят от состояния системы зажигания и подачи топлива, поскольку на последнем этапе измерений зажигание выключено, и сгорание топлива в цилиндрах не происходит.

Также скрипт CSS позволяет выявлять непостоянные и сложно диагностируемые неисправности механики двигателя, такие как «подвисающие» клапана, «зажатие» клапанов из-за сильного нагрева двигателя…

Сила создаваемого цилиндром толчка зависит от количества и состава топливовоздушной смеси, от качества искрообразования и от компрессии в данном цилиндре. Здесь важно заметить то, что сравнение силы толчков, создаваемых разными цилиндрами во время работы двигателя, позволяет сделать вывод об области происхождения неисправности – система зажигания или система подачи топлива.

Неисправности системы зажигания на эффективность работы цилиндра влияют специфически – на разных режимах работы двигателя цилиндр то работает нормально, то не работает совсем.

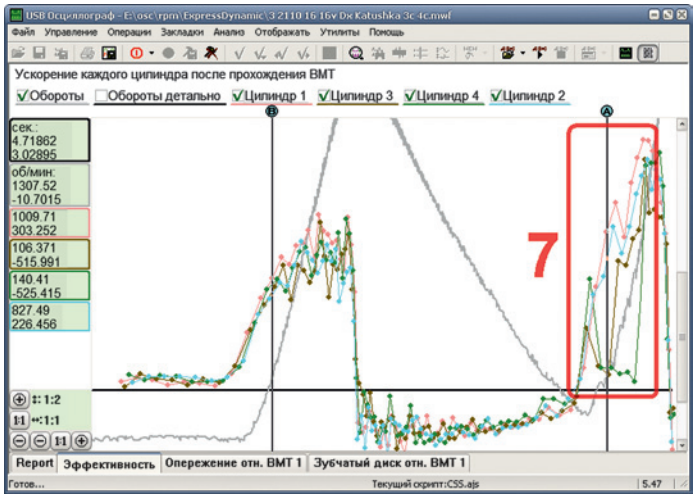


Рис. 19. Неисправны индивидуальные катушки зажигания 3-го цилиндра и 4-го цилиндра

Данный пример иллюстрирует неисправности в системе зажигания 3-го и 4-го цилиндров, так как здесь по графикам эффективности жёлтого и зелёного цвета видно, что 3-й и 4-й цилиндры то работают так же, как 1-й и 2-й цилиндры, то не работают вообще **7**.

Таким образом, **неисправности в системе зажигания приводят к тому, что на разных режимах работы двигателя цилиндр то работает в полную силу, то не работает вовсе. Частичная эффективность работы цилиндров при пропусках зажигания не наблюдается.**

К ухудшению «отдачи» цилиндра может привести заниженная компрессия, уменьшенное количество топливовоздушной смеси и неправильный состав топливовоздушной смеси для данного цилиндра. Этот пример получен на двигателе автомобиля ВАЗ 2115 1.6 8v.

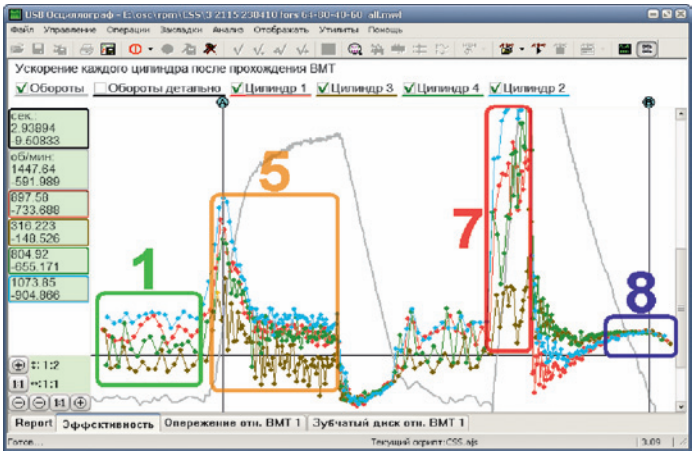


Рис. 20. Загрязнены топливные форсунки

Двигатель при работе на холостом ходу **1** «подтраивал», при перегазовках **5**, **7** работал неравномерно.

Здесь **последняя фаза графиков эффективности 8 указывает на то, что механическая часть двигателя**

исправна – при разных оборотах двигателя компрессия и наполнение цилиндров смесью для всех цилиндров одинаковы. Тот факт, что **на разных режимах работы двигателя по графикам эффективности наблюдается не полное, а только частичное ухудшение «отдачи» от цилиндров, указывает на то, что неисправность находится за пределами области системы зажигания.** Получается, что **механическая часть – исправна, система зажигания – исправна, следовательно – причиной неисправности является неправильная работа системы подачи топлива.**

В данном случае измерение производительности топливных форсунок за 30 секунд на измерительном стенде показало следующие результаты:

– 64 ml для цилиндра №1 – график красного цвета,
– 80 ml для цилиндра №2 – график синего цвета,
– 40 ml для цилиндра №3 – график жёлтого цвета,
– 60 ml для цилиндра №4 – график зелёного цвета.

Таким образом, **если последняя фаза графиков ускорения указывает на исправное состояние механической части двигателя, и при этом во время работы двигателя в разных режимах наблюдается не «выпадение» цилиндра из работы, а лишь снижение его эффективности по сравнению с другими цилиндрами, то это указывает на неправильную работу системы подачи топлива**. Таким методом можно выявлять частичное загрязнение топливных форсунок на ранних стадиях, ещё до того, как это станет причиной возникновения пропусков воспламенения, что избавляет диагноста от необоснованного снятия форсунок для проверки на стенде.

Следует заметить, что в случае, если диагностируемый двигатель оснащён двумя свечами зажигания на цилиндр, а искрообразование происходит между электродами только одной из двух свечей, эффективность работы такого цилиндра может снизиться на 10…20%.

Скрипт CSS может служить хорошим подспорьем для поиска причин хаотически возникающих пропусков воспламенения, а также при диагностике неравномерно работающего двигателя. Но, следует заметить, что в случаях с полной неработоспособностью цилиндра (-ов) скрипт CSS не позволяет выявлять область происхождения неисправности – система зажигания или система подачи топлива.

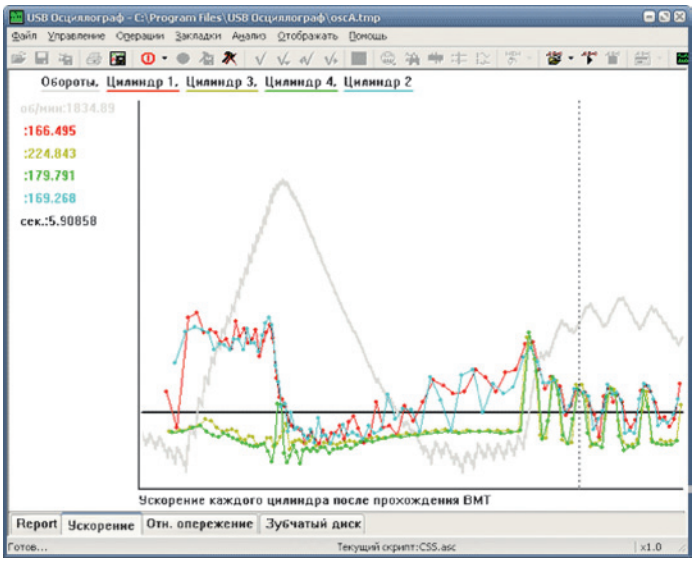


Рис. 21. Впрыскивание нескольких дополнительных порций топлива во впускной коллектор двигателя с сильно загрязнёнными топливными форсунками

Тем не менее, при определенной сноровке, даже в таком случае можно выявить полностью забитую форсунку: если на работающем двигателе во время записи сигнала с датчика коленвала впрыснуть дополнительную порцию топлива во впускной коллектор, то цилиндр, обслуживаемый «забитой» топливной форсункой, заработает, что отразится на соответствующем ему графике ускорения.

Подача дополнительного количества топлива обеспечивала воспламенение смеси в обслуживаемых сильно «забитыми» форсунками цилиндрах – в этот момент они включались в работу.

ВКЛАДКА «ОПЕРЕЖЕНИЕ»

Скрипт CSS рассчитывает и отображает во вкладке «Опережение» диаграмму зависимости угла опережения зажигания от частоты вращения двигателя и от нагрузки на двигатель. По горизонтали отображается частота вращения двигателя, по вертикали отображается значение угла опережения зажигания. Цвет диаграммы отображает нагрузку на двигатель – чем больше нагрузка на двигатель, тем «теплее» цвет:

– голубой – минимальная нагрузка;
– зеленый – средняя нагрузка;
– жёлтый – высокая нагрузка;
– красный – максимальная нагрузка.

Ниже показана диаграмма угла опережения зажигания, полученная на двигателе исправного автомобиля Лада Калина.

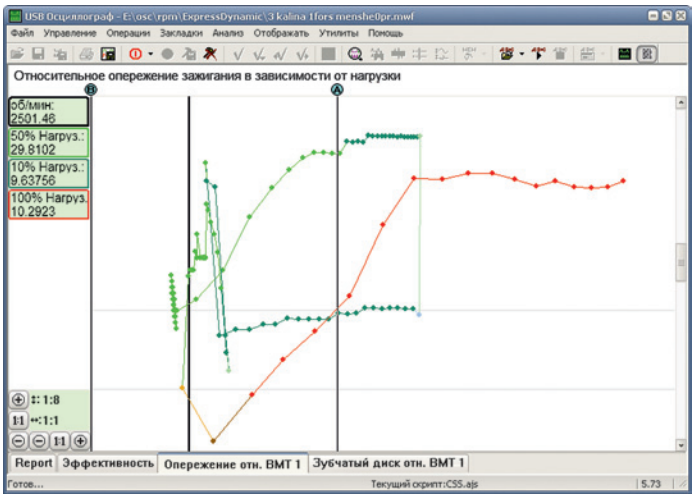


Рис. 22. Диаграмма угла опережения зажигания исправного двигателя

Видно, что диаграмма направлена вправо и вверх. Это указывает на но, что чем выше частота вращения двигателя – тем угол опережения зажигания больше.

Фрагмент диаграммы красного цвета (максимальная нагрузка) в данном случае соответствует быстрому разгону двигателя вследствие резкого полного открытия дроссельной заслонки. Фрагмент диаграммы зелёного цвета (средняя нагрузка) в данном случае соответствует медленному разгону двигателя вследствие плавного частичного открытия дроссельной заслонки. Расположение фрагмента красного цвета под фрагментом диаграммы зелёного цвета указывает на то, что угол опережения зажигания при максимальной нагрузке значительно меньше угла опережения зажигания при средней нагрузке.

Следующий пример получен на карбюраторном двигателе автомобиля ВАЗ 2109.

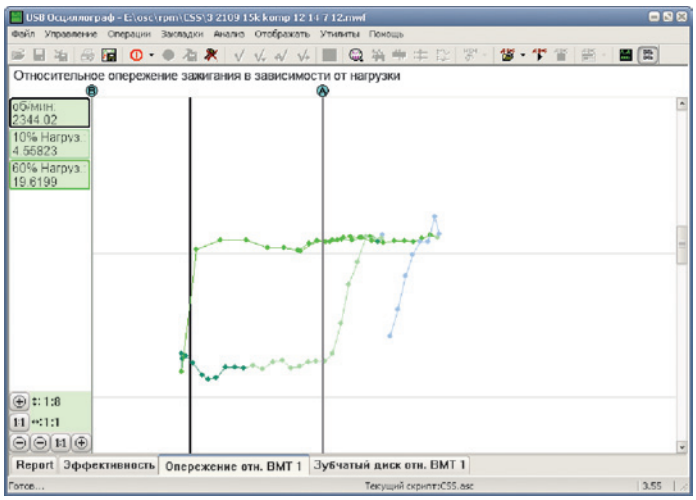


Рис. 23. Отсутствует коррекция угла опережения зажигания в зависимости от частоты вращения коленвала

Видно, что диаграмма не имеет направления вправо и вверх. Это указывает на то, что с повышением частоты вращения двигателя угол опережения зажигания здесь не растёт. Данная неисправность была вызвана тем, что грузики центробежного механизма регулирования угла опережения зажигания не работали. Механизм вакуумной коррекции угла опережения зажигания работает исправно.

ВКЛАДКА «ЗУБЧАТЫЙ ДИСК»

Скрипт CSS автоматически определяет количество зубьев и пропусков на задающем зубчатом диске и их расположение относительно верхней мёртвой точки 1-го цилиндра. Кроме того, во вкладке «Зубчатый диск» отображаются графики, отражающие характеристики задающего зубчатого диска и датчика коленвала.

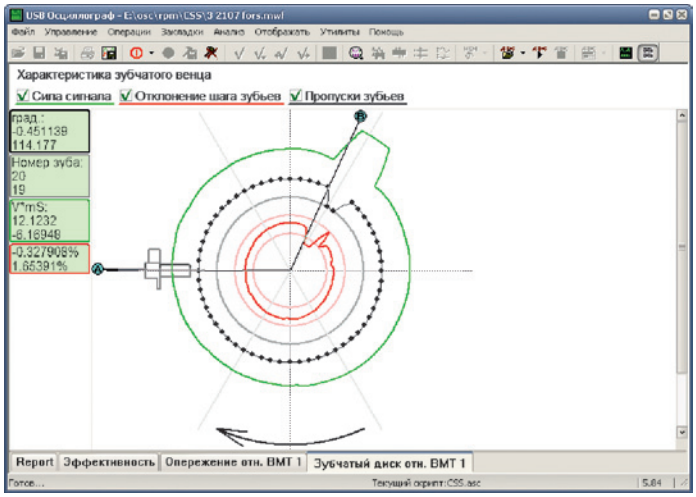


Рис. 24. Задающий зубчатый диск «инжекторного» двигателя автомобиля ВАЗ 2107

График **черного цвета** отображает наличие/отсутствие зубьев. В данном случае, за 120° до ВМТ 0° находится пропуск 2-х зубьев.

График красного цвета отображает отклонение шага между зубьями. Если зуб отсутствует или деформирован (согнут/сломан), вследствие чего шаг между зубьями изменился более чем на 2%, то соответствующий фрагмент графика выходит за пределы осей розового цвета **1**.

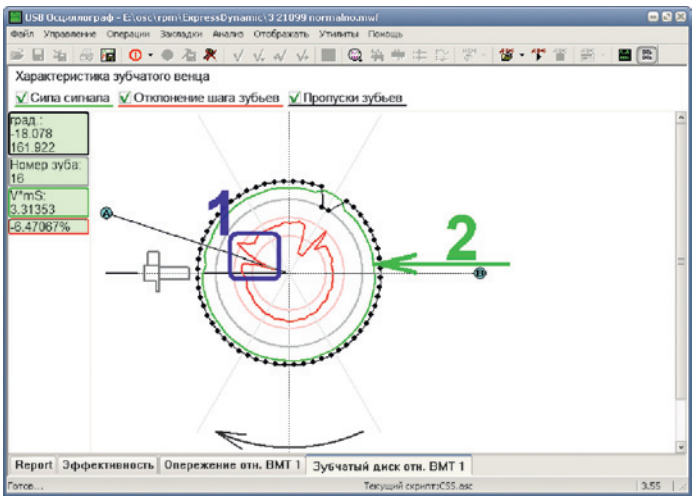


Рис. 25.

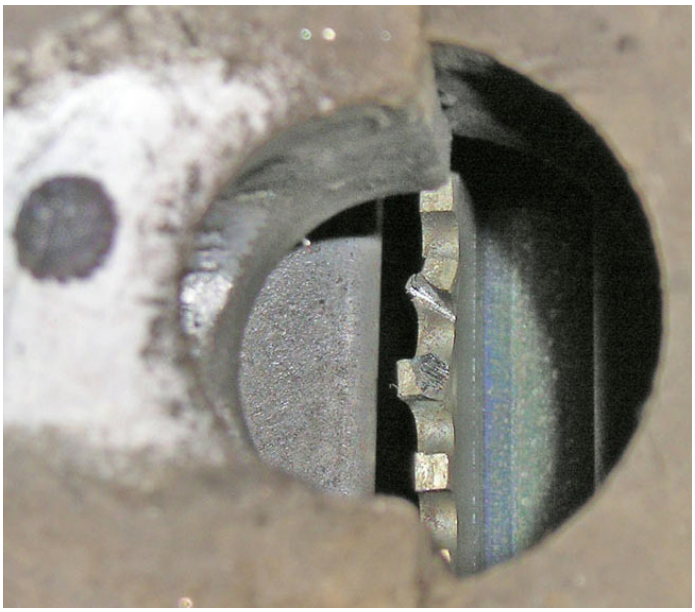


Рис. 26. Зубья задающего диска деформированы

График зелёного цвета отображает силу сигнала от датчика частоты вращения/положения коленвала, вне

зависимости от частоты вращения коленчатого вала. Рассчитанная сила сигнала зависит от устройства датчика, от устройства задающего зубчатого диска и от расстояния между датчиком и венцом задающего диска. Если график зелёного цвета расположен внутри **2** графика **чёрного цвета**, то это может указывать на то, что установлен слишком большой зазор между датчиком и задающим диском.

Форма графика зелёного цвета наглядно отображает биение задающего зубчатого диска.

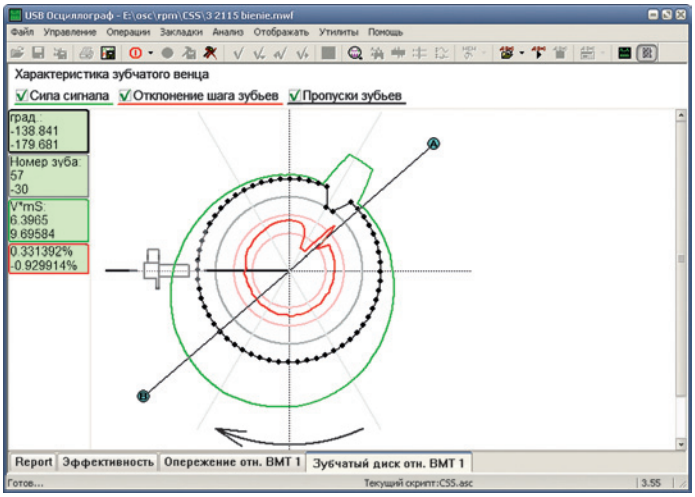


Рис. 27. Биение задающего зубчатого диска

Данный пример снят с двигателя автомобиля Alfa Romeo 146 1.4 Twin Spark.

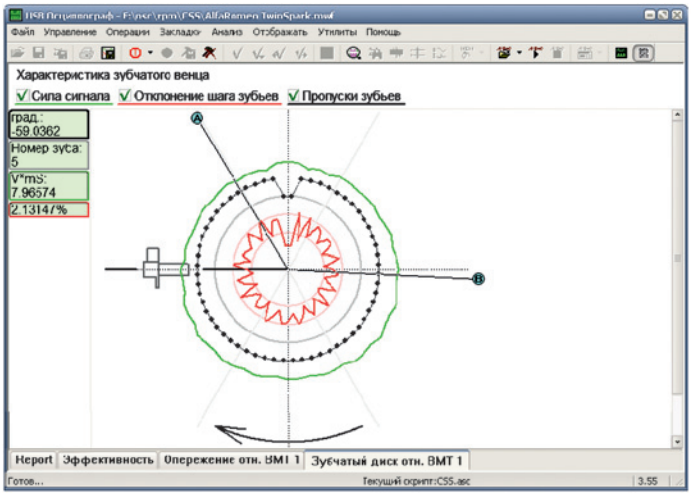


Рис. 28. Задающий зубчатый диск двигателя автомобиля Alfa Romeo 146 1.4 Twin Spark

Здесь сигнал от датчика относительно мощный. Точность нарезки зубьев – низкая, вследствие чего шаг между зубьями «гуляет» в пределах ±2%. Пропуск зубьев, в данном случае, расположен ближе к ВМТ.

Продолжение следует…

Владимир ПОСТОЛОВСКИЙ
Член ОСАТ

НЕДЕЛЯ С ОСАТ И «АВТО-МАСТЕРОМ»

С 17 по 20 апреля Объединение специалистов автосервиса и тюнинга будут рады встрече с друзьями!

В эти дни в Киеве на территории выставочного центра «ЭкспоПлаза» состоится целый цикл мероприятий, интересных и полезных для всех специалистов автосервиса: для начинающих и специалистов с опытом, для дизелистов и тех, кто работает с автомобилями на бензине, для руководителей и рядовых сотрудников СТО.

В одном месте (ул. Салютная, 2-Б, м. Нивки) в одно время будут проведены Слеты диагностов и дизелистов; мастер-классы по ремонту и диагностике автомобилей; технические семинары; очень зрелищный и волнительный как для участников, так и для зрителей финал Конкурса диагностов; и, конечно, такая нужная выставка «СТО экспо», в которой принимают участие представители фирм-производителей по направлениям: автозапчати, авторемонтное и сервисное оборудование, инструмент, шины и диски, автомасла, автохимия, автокосметика, специализированное оборудование и многое другое. В этом году подобный комплекс мероприятий, посвященных автосервису и всему, что с ним связано, пройдет второй раз. Начинать всегда сложно. Но такое сочетание доказало свое право на жизнь, востребованность, эксклюзивность, чем и заслужило право занять свою нишу в списке автосервисных выставок.

До НЕДЕЛИ С ОСАТ И «АВТО-МАСТЕРОМ» еще много времени, но подготовка идет полным ходом. Участники выставки подают заявки, мы составляем перечень докладов, технический совет готовится демонстрировать интересные варианты ремонта и диагностики, лучшие специалисты Украины и зарубежья отвечают на вопросы первых двух теоретических туров, чтоб побороться в финале за звание «Лучший диагност – 2012». Работа кипит!

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ТЕМАТИКА

17.04
СЛЕТ ДИЗЕЛИСТОВ 4
1. Диагностика ТНВД Common Rail
2. Современные технологии тестирования и ремонта систем Common Rail
3. Пьезо-форсунки: устройство, принцип работы, проверка
4. Некоторые нюансы диагностирования неисправностей двигателей Common Rail
5. Плюсы» и «минусы» восстановления топливной аппаратуры дизелей (плунжерные пары)

18–19.04
СЛЕТ ДИАГНОСТОВ 5
1. Алгоритмы работы систем управления двигателями, методики настройки
2. Программирование блоков управления двигателем
3. Вибродатчики в автодиагностике
4. Автосервис. Вчера, сегодня, завтра – доклад Президента ОСАТ

17–19.04
Мастер-классы

20.04
Конкурс диагностов – 2012. Финал

17–20.04
Специализированная автосервисная выставка «СТО экспо»

Это данные на сейчас, на февраль. Но, будьте внимательны: в указанной программе мероприятий ОБЯЗАТЕЛЬНО будут дополнения и ВОЗМОЖНО изменения. Следите за нашими анонсами!

Для регистрации на мероприятия и для получения консультативной помощи используйте следующую контактную информацию:

• тел. редакции журнала «Авто-Мастер» 044 501 44 94
• e-mail редакции avo@a-master.com.ua