

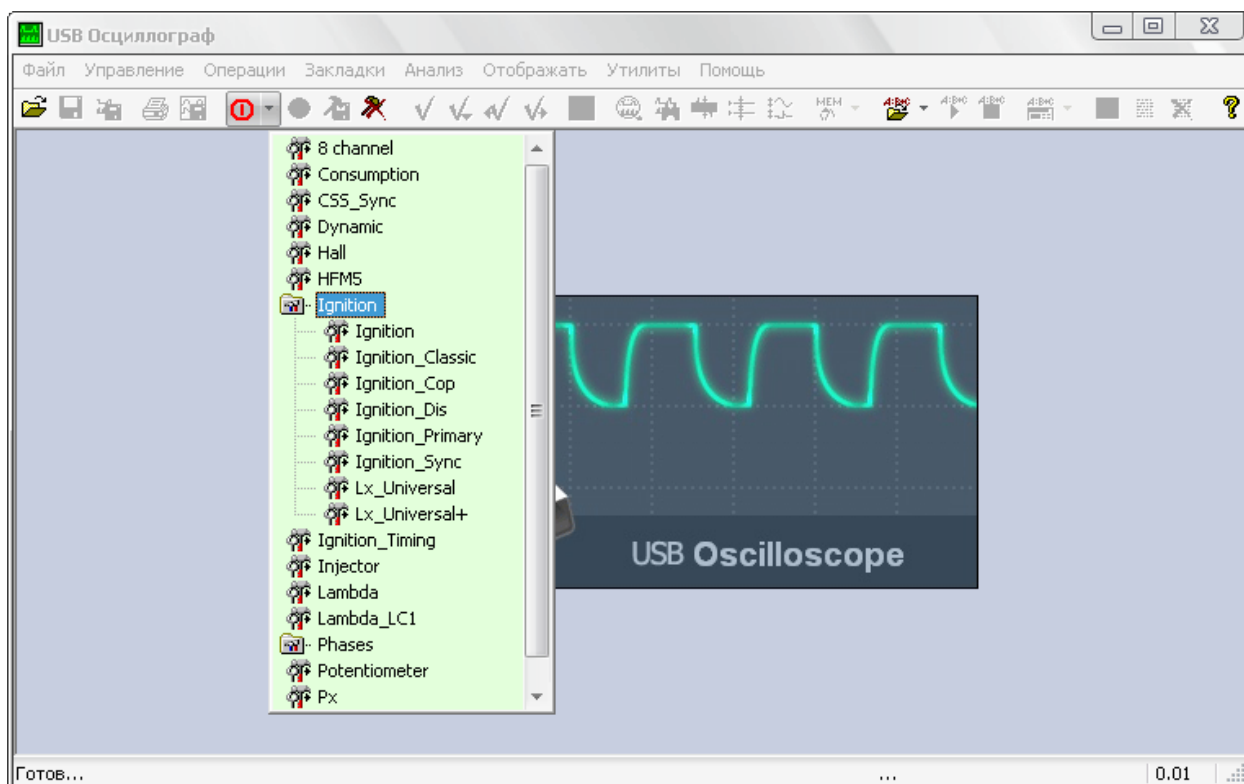
## Практика применения скриптов "CSS" и "Px"

В практике каждого диагноста встречаются сложные и достаточно интересные неисправности, с которыми ему приходится сталкиваться и, как правило, поиск подобных неисправностей занимает значительную часть времени и требует очень внимательного изучения возможной причины проявления того или иного дефекта. И очень часто в подобных случаях на помощь диагносту приходит мотортестер.

Мне бы хотелось рассказать о некоторых интересных дефектах системы управления двигателем, а также механики двигателя в целом, которые мне встречались в работе, и которые я обнаружил при помощи мотортестера USB Autoscope III.

Почему выбор пал именно на этот мотортестер? Ну, во-первых, это сравнительно не дорогой прибор, который позволяет выполнить комплексную моторную диагностику и с достаточно высоким процентом уверенности сделать вывод о неисправности. Во-вторых, прибор имеет очень стабильную синхронизацию, а это очень важный момент для приборов подобного рода. Также несомненным плюсом USB Autoscope III является очень удобный интерфейс программной оболочки, а именно: в программе управления мотортестером существуют предварительные настройки пользователя, так называемые Preset-ы. Удобство и простота заключаются в том, что для проведения измерений сигнала того или иного датчика или исполнительного механизма, необходимо всего лишь выбрать требуемую преднастройку – и тут же начнётся измерение. То есть, не требуется введение значений вручную, таких как: выбор каналов, усиления для каналов, масштаб, и т.д. – всё это уже настроено в Preset-ах и нужно только выбрать необходимый режим. В базовую поставку программы уже заложены преднастройки для следующих датчиков и исполнительных механизмов: датчик Холла, датчика массового расхода воздуха типа HFM5, топливные форсунки, различные виды систем зажигания (Classic, DIS, COP...), режим для получения графика давления в цилиндре, режимы для измерения давления / разрежения во впускном коллекторе и т.д... Кроме того, есть возможность самостоятельно создавать и сохранять преднастройки, которые будут удобны в работе именно вам.

Меню уже готовых предустановок изображено на рисунке ниже.



Также, в дополнение к предустановкам, в программе имеются так называемые измерительные панели, а так же PlugIn-ы. Что это такое? Например, для того чтобы проверить правильность установки фаз газораспределения бензинового двигателя без его разборки, достаточно проанализировать график давления в цилиндре без воспламенения. Сделать это мотортестером USB Autoscope III очень просто: выбираем необходимую предустановку "Px" и записываем график давления в цилиндре на холостом ходу, и все... – подпрограмма сама установит необходимый масштаб графика, найдёт ВМТ такта сжатия, «подсветит» те участки графика давления, на которые следует обратить внимание; и всё это производится одним нажатием кнопки. Нам не нужно масштабировать осциллограмму до её информативного отображения, устанавливать измерительные линейки на нужные нам точки графика и лишь затем делать выводы о неисправности. При помощи измерительной панели ничего этого делать не нужно, всё это уже учтено разработчиками USB Autoscope III и производится автоматически.

На рисунке ниже показан пример работы панели "Px\_Panel".



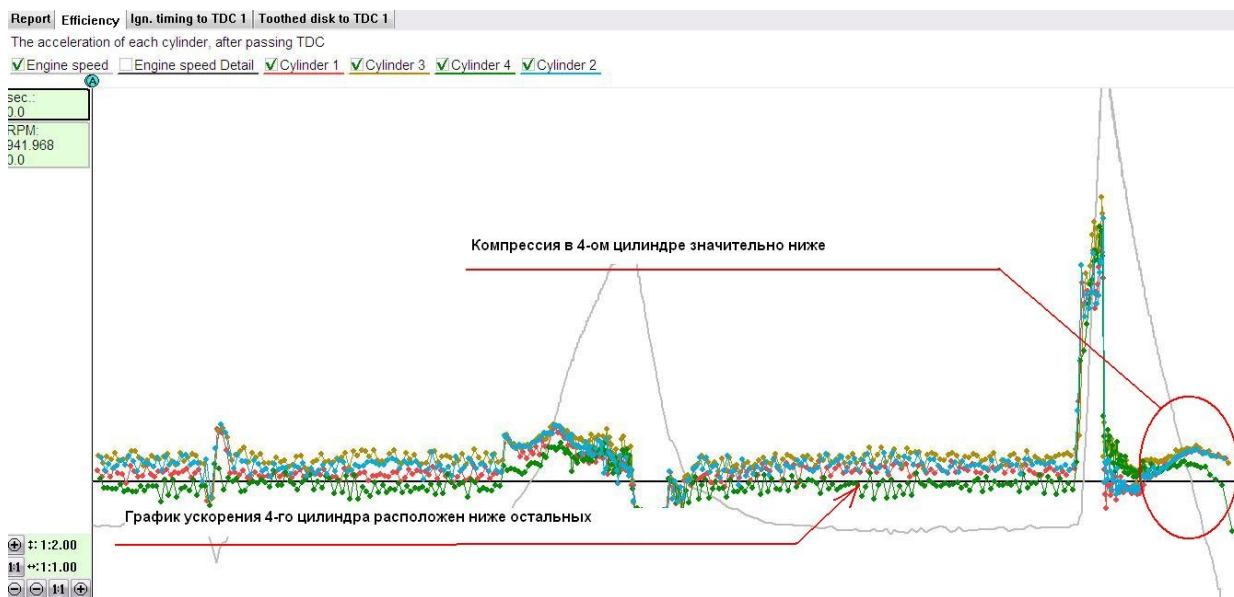
Но и это ещё не всё..... Программная оболочка прибора, позволяет обрабатывать снятые нами графики специализированными скриптами "CSS" и "Px". В дополнение к классическим методикам – диагностики системы зажигания, измерения компрессии, проверки фаз газораспределения, форсунок, противодавления выпускной системы, программистом Андреем Шульгиным из г. Черновцы, Украина были разработаны скрипты, которые в значительной мере способны сэкономить время, затрачиваемое на проведение диагностики автомобиля.

## Скрипт "CSS"

И так скрипт "CSS". Смысл этого скрипта заключается в том, что мы записываем сигнал с датчика коленвала на определённых режимах работы двигателя, и сигнал синхронизации с первым цилиндром. Затем запускаем подпрограмму и запускаем автоматический анализ записанных сигналов, задав несколько вводных данных, а именно: порядок работы цилиндров и начальное опережение зажигания. После этого скрипт, на основе заложенных в него алгоритмов, построит достаточно информативный график эффективности каждого цилиндра, проанализировав который, мы увидим очень много интересного из жизни исследуемого мотора...

Ну а теперь немного о конкретных примерах. Первый интересный пример – это двигатель автомобиля ГАЗель 2009 года выпуска, оборудованный электронным дросселем и индивидуальными катушками зажигания, работающий под управлением ECU Микас 11ЕТ. Владелец жаловался на периодически моргающую лампу Check Engine и на слегка неровную работу двигателя на холостом ходу. Подключив сканер, обнаружил ошибки P0300 и P0304 – это всем хорошо известные пропуски воспламенения. Сбросив ошибки, наблюдаем за счётчиком пропусков воспламенения: счётчик стоит на месте и пропусков не фиксирует. Тем не менее, работа мотора не совсем мягкая и его слегка потряхивает и именно это слегка еле заметно. Но те, кто часто работает с ГАЗелями, наверняка знают, что моторы 40524 с E-Gas и индивидуальными катушками зажигания очень ровные и мягкие моторы (разница с прошлыми мотором 40522 весьма ощутима), да и клиент попался очень внимательный и прекрасно чувствовал машину. Более того, он сам пытался, что-то отремонтировать и перед тем как приехать ко мне, проверил: компрессию, сменил свечи, проверил подушки крепления двигателя. Естественно, что я всё перепроверил ещё раз и в дополнение проверил баланс форсунок на стенде, однако никаких отклонений не обнаружил. Компрессия по 12 атмосфер во всех цилиндрах, форсунки, свечи в порядке, по диагностике пропусков воспламенения нет, однако работа мотора всё равно неприятная.

Подключаем USB Autoscope III, снимаем сигнал с датчика коленвала и синхроимпульс с катушки первого цилиндра, запускаем скрипт "CSS" – и всё становится понятно. Полученные графики эффективности ниже.



На представленном графике мы видим четыре цветных линии ускорения каждого из цилиндров. Самая правая часть графика (зона обведена в кружок) – это участок измерения динамической компрессии двигателя.

Основа этого измерения заключается в том, что после выключения зажигания примерно при 3000 оборотов в минуту мы держим полностью нажатой педаль акселератора до полной остановки двигателя. При этом воздух, который был сжат в цилиндре, толкает на такте рабочего хода поршень вниз как пружина, передавая ускорение на коленчатый вал. Если правильно проанализировать это явление и произвести необходимые вычисления, то есть возможность достаточно достоверно увидеть разброс компрессии по цилиндрам. Это и было сделано Андреем Шульгиным в его скрипте "CSS".

Итак, на графике отчетливо видно падение эффективности 4-го цилиндра в зоне измерения динамической компрессии, что говорит об отклонении компрессии в 4 цилиндре, хотя замер компрессометром показал нормальное значение.

В нашем случае получился достаточно интересный момент. При замере компрессометром на оборотах двигателя 100...200 RPM значения компрессии оказались в норме – 12 Бар. Но, как оказалось, не всегда следует полагаться на показания компрессометра, бывают такие дефекты (например подклинивающий гидрокompенсатор, и как следствие слегка поджатый клапан), которые не получается увидеть стандартным методом измерения компрессии – вроде бы всё в порядке, а двигатель работает неустойчиво. При замере скриптом "CSS" мы имеем возможность измерять разброс компрессии по цилиндрам в диапазоне оборотов от 1500 RPM до 350 RPM. Именно это и помогло определить данный дефект на автомобиле. В дальнейшем, разборка

и дефектовка головки блока цилиндров показали, что в 4-ом цилиндре подклинивал гидрокомпенсатор, и в результате этого клапан закрывался не полностью, перегревался и в «тарелке» клапана образовалась трещина.

Безусловно, в нашем случае есть несколько способов проверки и обнаружения этого дефекта, такие как: проверка герметичности надпоршневого пространства тестером утечек или анализ графика разрежения во впуске. Но скриптом "CSS" сделать это гораздо удобнее, информативнее и с меньшим количеством затраченного времени. А время, как известно – это деньги.

Информации в сигнале датчика коленвала содержится достаточно много, и если её правильно проанализировать и сопоставить некоторые закономерности, то можно заметить, что характер реакции ускорения коленвала на тот или иной дефект достаточно отличается. Именно поэтому работа скрипта "CSS" это не просто диагностика пропусков воспламенения какого-либо цилиндра (что видно из приведённого мною примера, ведь M11ET не зафиксировал пропусков, хотя дефект присутствовал), а достаточно мощный инструмент для диагностики двигателя.

Следующий интересный автомобиль, это Audi 100. Двигатель изначально работал под управлением системы KE-Jetronic. Но владелец очень долго мучился с этой системой, после чего так и не добившись нормальной работы двигателя, решил перевести его на более современный тип впрыска на базе ECU Январь 5.1. А ко мне он обратился с просьбой откатать прошивку online для его мотора.

Все работы по переоборудованию проводки, топливной рампы, системы зажигания, владелец делал сам. И мне надо было только подключить ECU для online настройки, лямбда-метр, и настроить машину. После всех подключений и запуска авто я увидел интересный момент: в окне программы обороты двигателя замерли на 1635 RPM и не изменяются, хотя реальные обороты двигателя около 500 RPM и мотор вот-вот заглохнет. Дальше делаем перегазовку и в окне программы обороты застыли на 2300 RPM и вновь не изменяются, как бы мы не крутили двигатель. Сначала мне не совсем понятна была реакция ECU – что же могло заставить его так «криво» синхронизироваться?

Подключаем USB Autoscope III к датчику коленвала и синхронизируемся по первому цилиндру, записываем осциллограмму, запускаем скрипт "CSS".

Обрабатываем записанные осциллограммы скриптом "CSS" и всё становится на свои места...

#### Скрипт CSS, версия 1.10

---

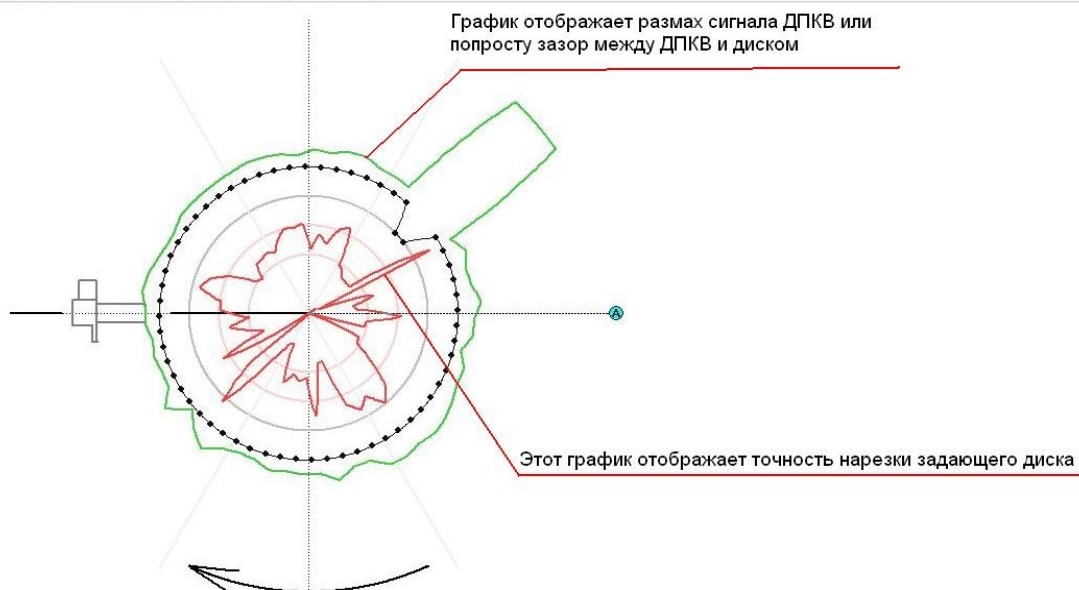
Количество цилиндров: 5

Не обнаружено падения оборотов двигателя.  
Количество зубьев на оборот коленвала: 60-2  
ВМТ цилиндра 1 совпадает с зубом номер 23 [ 22.81 ]

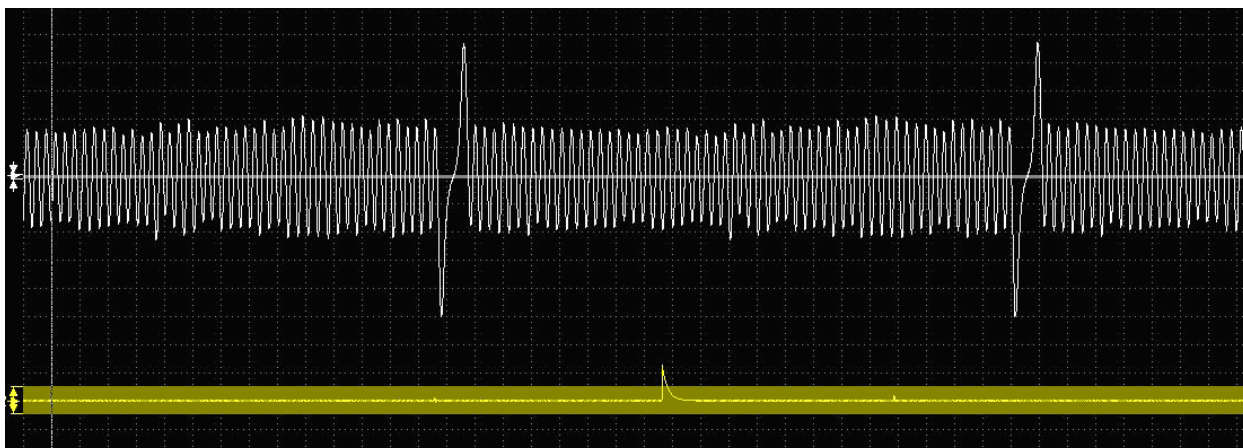
Характеристика зубчатого венца

Сила сигнала  Отклонение шага зубьев  Пропуски зубьев

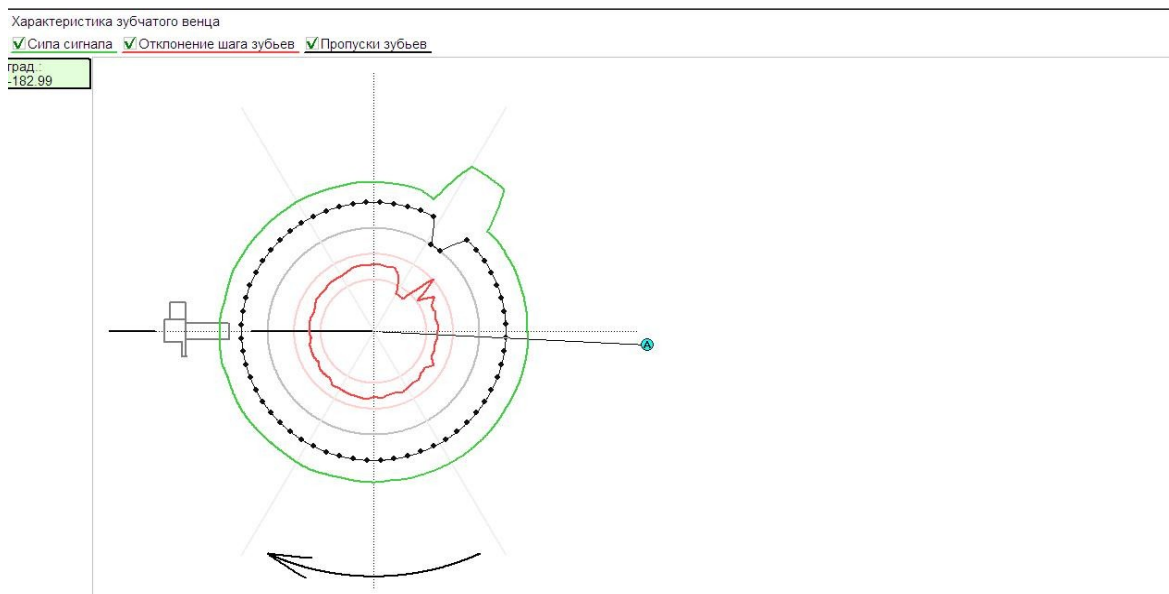
град.  
-180



По графикам видно, что точность нарезки задающего диска очень далека от нормальной и, видимо именно поэтому ECU Январь 5 не смог нормально синхронизироваться. Исходные осциллограммы ниже.



А вот как выглядит нормальный график.



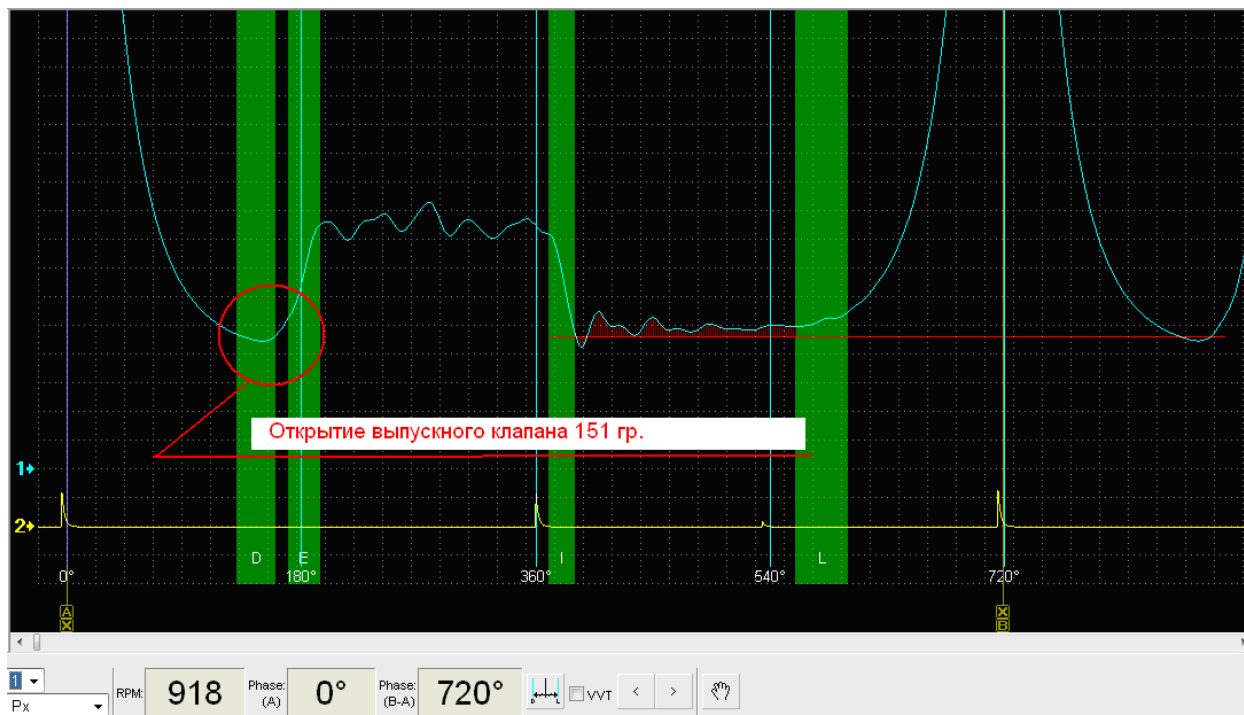
Чем нам здесь помог скрипт "CSS", спросите вы? Благодаря этому инструменту мы сразу увидели полную характеристику задающего диска для нашего авто, а именно: формулу (60-2), позицию пропущенных зубьев относительно ВМТ, точность нарезки зубьев, зазор между датчиком и диском. Нам не пришлось считать количество зубьев по осциллограмме вручную и определять где же ВМТ. Всё гораздо проще, всю информацию нам предоставляет скрипт "CSS".

## Скрипт "Pх"

Теперь немного о скрипте "Pх". Этот скрипт позволяет за один замер датчиком давления в цилиндре проверить сразу несколько систем, а именно: газодинамику или попросту фазы газораспределения, степень сжатия, износ цилиндропоршневой группы, характеристику работы центробежного и вакуумного регуляторов УОЗ, а также состояние выхлопной системы. Не смотря на то, что на первый взгляд это кажется слегка невероятным, существует множество примеров, глядя на которые можно с уверенностью сказать, что всё это действительно работает и реально помогает ускорить процесс поиска неисправности системы управления двигателем.

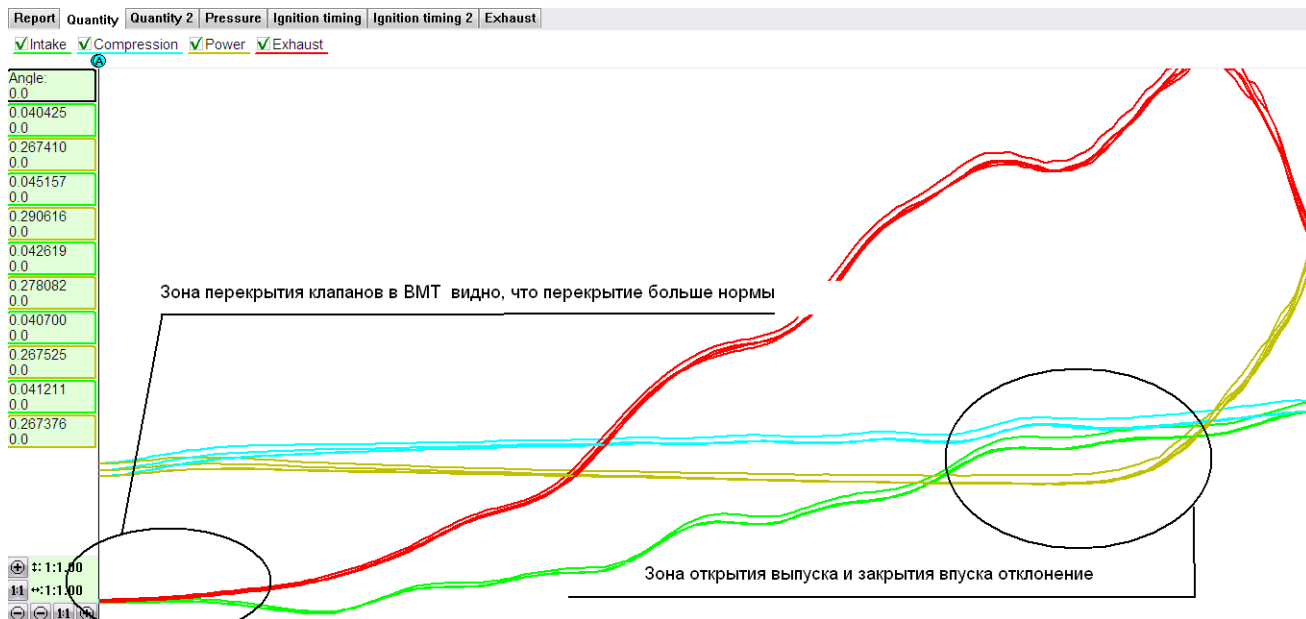
И в качестве первого примера приведу вновь автомобиль Газель с мотором 40522. Жалоба владельца на вялую динамику разгона в диапазоне низких и средних оборотов 1500...3500 RPM. А ведь это самый основной рабочий диапазон оборотов для коммерческого (да и не только коммерческого, но также и для гражданского) автомобиля. Предварительная диагностика сканером не дала никаких результатов, все параметры в норме, ошибок в системе нет, замер давления топлива тоже норма. Анализ двигателя скриптом "CSS" также не выявил отклонений или разброса баланса цилиндров.

Тогда решаем записать осциллограмму давления в цилиндре без воспламенения и проанализировать полученный график при помощи панели анализатора Pх\_Panel.



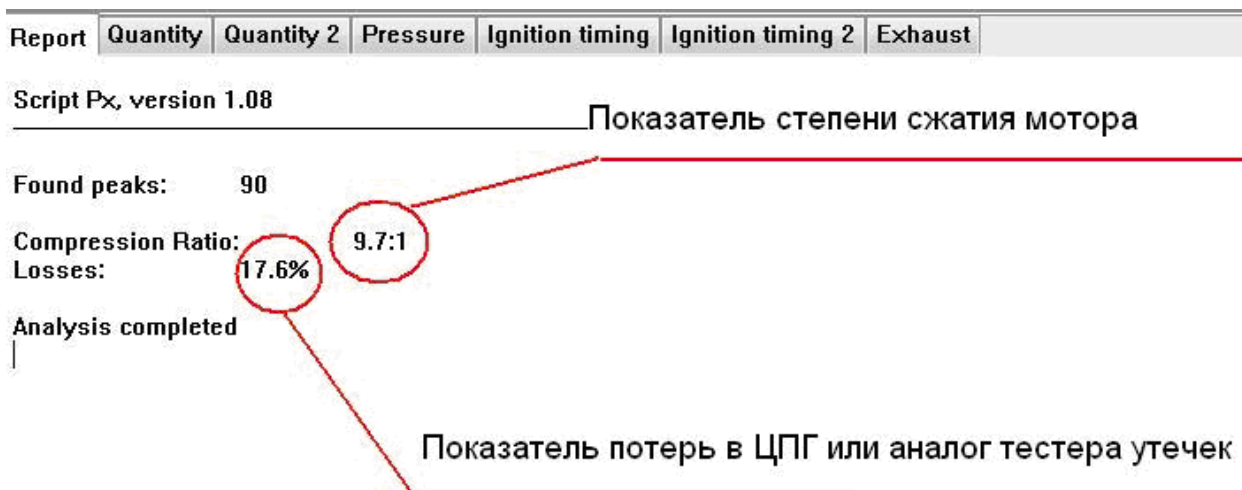
На этом графике отчётливо видно запаздывание открытия выпускного клапана, то есть, в принципе, мы уже можем сделать вывод о неправильности установки фаз ГРМ для двигателя ЗМЗ 40522.

Но скрипт "Px" позволяет получить намного больше информации о механике исследуемого двигателя. Итак, запускаем скрипт "Px" и вот что получаем. Графики ниже.



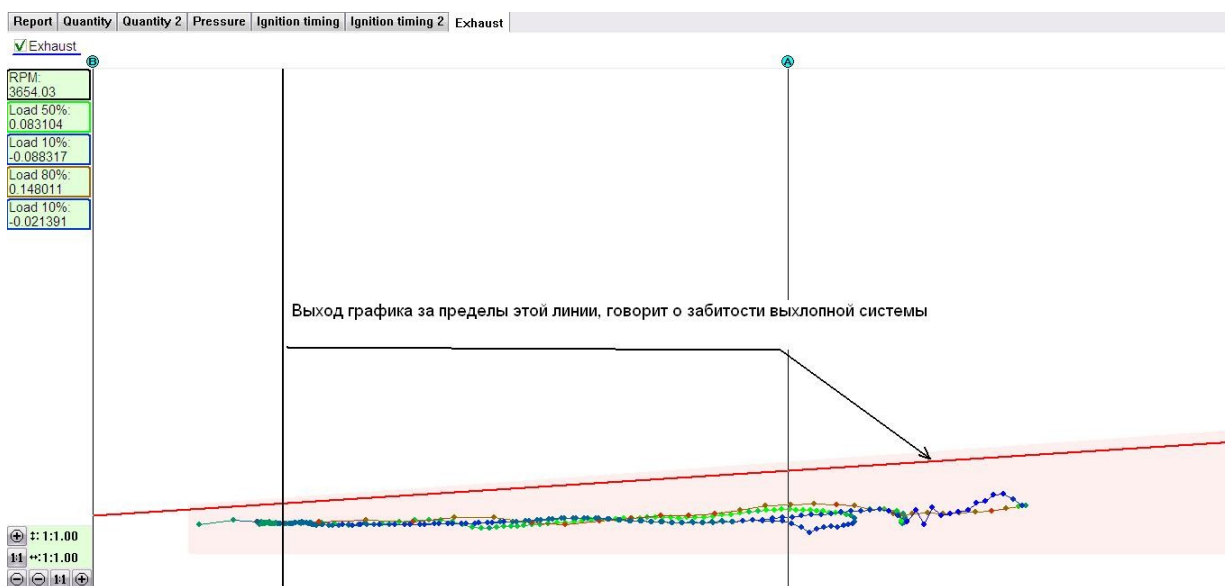
На этом графике отображается диаграмма количества молекул воздуха в цилиндре в течение нескольких рабочих циклов. Представление данных на этом графике несколько необычно, поэтому работа с данным графиком, требует определённого опыта диагноста и хороших знаний теории работы двигателя внутреннего сгорания. И если разобраться с данным представлением информации, то анализ этой диаграммы позволяет нам более наглядно и быстро увидеть: фазу перекрытия клапанов, момент открытия выпускного клапана и момент закрытия впускного клапана. Бесспорно, при желании эти моменты мы можем увидеть и на стандартном графике давления в цилиндре, но там это немного сложнее и не так наглядно, а при помощи скрипта "Px" мы можем сделать вывод о неисправности достаточно быстро и информативно.

Следующий рисунок.



На этой вкладке программы отображаются степень сжатия и процент потерь в цилиндропоршневой группе на тактах сжатия и рабочего хода. Скрипт автоматически анализирует график давления и вычисляет эти значения, с достаточно низкой погрешностью.

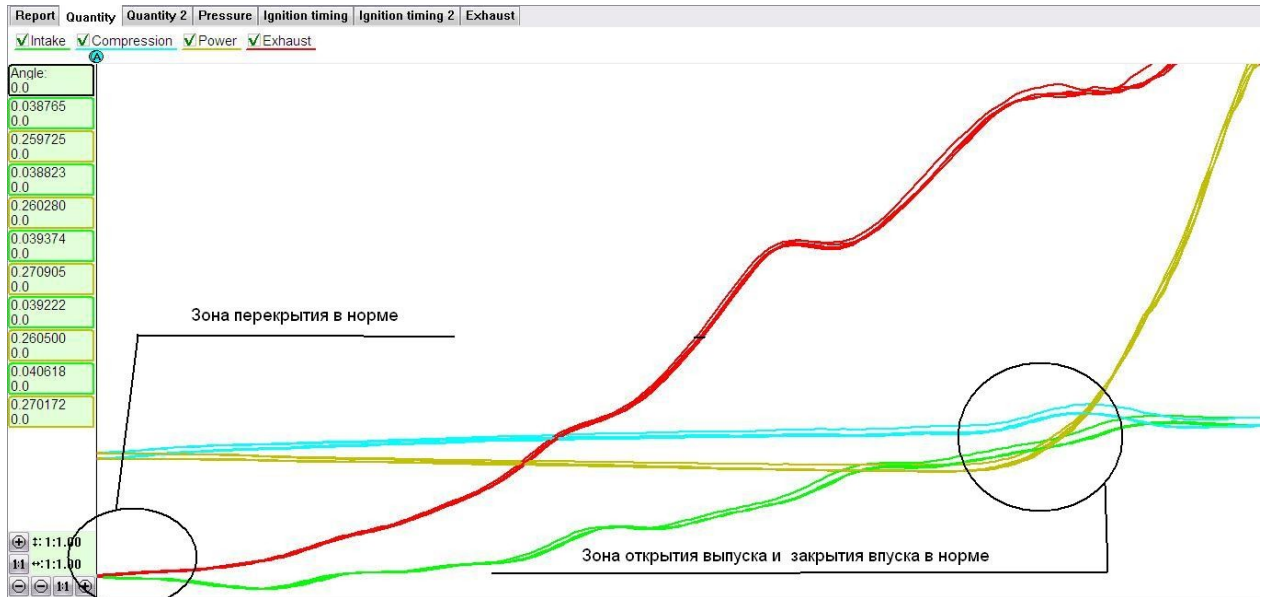
Следующий рисунок.



На этом рисунке мы видим график, отображающий степень забитости выхлопной системы. Этот график также строится на основе анализа определённых участков графика давления.

Теперь получив все эти данные, мы можем сделать вывод о том, что в данном двигателе неверно установлены фазы газораспределения, но при этом мы также проверили, что остальные возможные неисправности, которые могли бы привести к низкой динамике автомобиля, отсутствуют. А именно: выпускная система не забита, мотор собран верно (геометрическая степень сжатия в норме), потери в цилиндропоршневой группе составляют около 17% (как правило, норма до 20%).

А вот график правильной установки фаз ГРМ после ремонта.

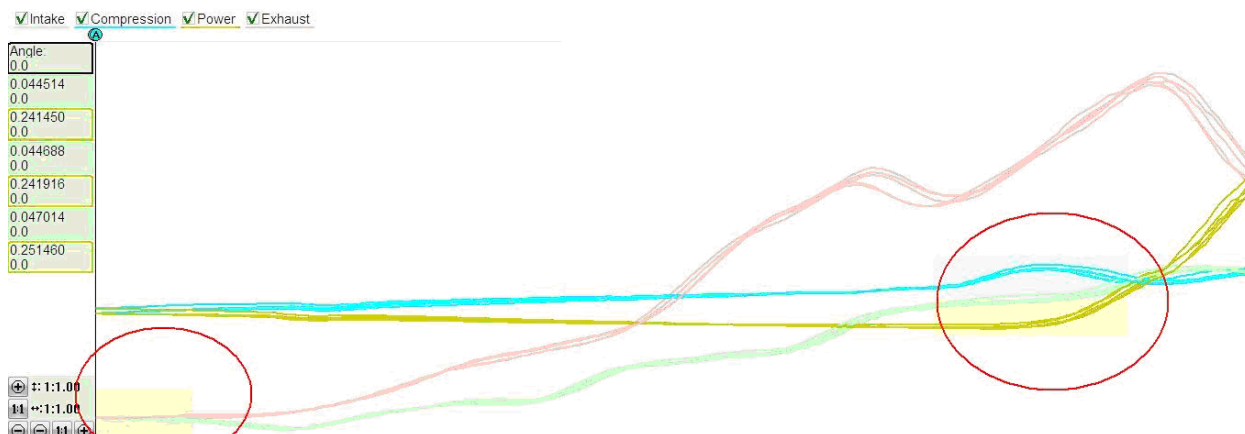


Следующий автомобиль УАЗ Патриот с двигателем ЗМЗ 409 и практически аналогичной жалобой владельца: низкая динамика разгона машины. Мотор после капитального ремонта, пробег после ремонта около 4000 км, то есть в принципе обкатка двигателя пройдена. Но владелец так и не заметил улучшений в поведении автомобиля. Приступив к диагностике, я решил сразу посмотреть состояние фаз ГРМ датчиком давления. Записав осциллограмму и обработав скриптом "Px" сразу понял, в чём причина низкой динамики. Графики ниже.



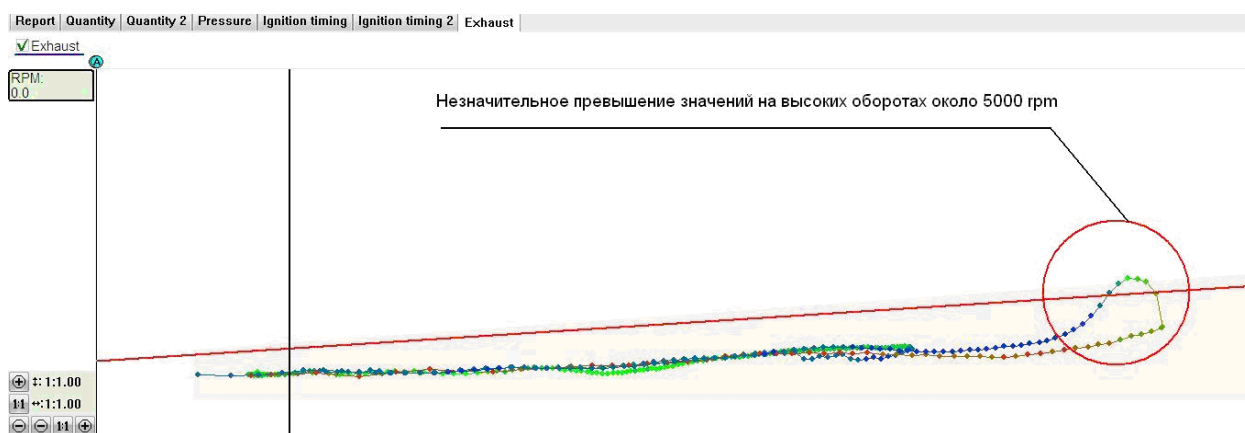
В текстовом отчёте скрипта "Px" мы видим основную причину недостаточной мощности двигателя – низкий показатель геометрической степени сжатия. Как в дальнейшем оказалось, мотористом была допущена серьёзная ошибка. При сборке мотора был установлен коленчатый вал от двигателя ЗМЗ 405, а они, как известно, не взаимозаменяемые (в 405-ом меньший радиус кривошипа). Именно поэтому степень сжатия получилась значительно ниже. Правильный показатель степени сжатия для этого двигателя 9,5...10.

Но и это ещё не всё. Смотрим на следующий график.



И здесь снова допустили ошибку – неверная установка фаз газораспределения.

Ну и для уверенности проверяем выхлопную систему.



Здесь всё в порядке, незначительное превышение значений на высоких оборотах не окажет отрицательного воздействия на работу данного стандартного двигателя. Но если бы мы рассматривали специально подготовленный спортивный мотор, который работает вплоть до 7000... 9000 RPM, то можно было бы с уверенностью сказать о проблеме в выхлопной системе.

Таким образом, USB Autoscope III помогает в работе диагноста каждый день, позволяя значительно ускорить и упростить работу по поиску и устранению сложных, но вместе с тем, достаточно интересных дефектов.

Программное обеспечение прибора USB Autoscope III достаточно часто обновляется, разработчики встраивают в оболочку новые и очень интересные решения. Например, ожидается подпрограмма, которая позволит производить замер мощности и крутящего момента, ведутся разработки по диагностике дизельных двигателей и многое другое.