

## Экспресс методы диагностики. Скрипт CSS

Задавались ли вы вопросом, почему системы управления двигателем внутреннего сгорания у различных производителей имеют общий принцип работы и схожую конструкцию, но диагностируются совершенно разными приборами? Можно ли единым инструментом диагностировать неисправности в работе двигателя автомобилей различных производителей? Давайте разберёмся в данном вопросе подробно.

Ford, Chrysler, Mercedes, Toyota, Volvo... В мире существует множество автомобильных марок, которые предлагают огромное количество различных моделей автомобилей. Практически все производители комплектуют свои модели автомобилей двигателями собственной разработки. Каждый производитель разрабатывает свои алгоритмы управления этими двигателями, и соответственно алгоритмами их диагностики. Всё это разнообразие порождает необходимость комплектовать посты диагностики авто-сервисов большим количеством различных диагностических сканеров. На практике, авто-сервис ограничивается ремонтом только тех марок и моделей автомобилей, для диагностики которых в его распоряжении имеется соответствующее диагностическое оборудование.

Существует несколько видов диагностических сканеров. Универсальные OBD-сканеры обеспечивают диагностику только двигателя и частично трансмиссии автомобиля. Главное достоинство OBD-сканера заключается в том что хоть он и отображает ограниченное количество данных, но эти данные стандартные для двигателя любого производителя. Это значительно облегчает диагностику широкого круга автомобилей и позволяет определить большинство неисправностей. Но такой сканер мало эффективен при поиске неисправностей, связанных с особенностями работы систем, индивидуально разработанных производителями для своих машин.

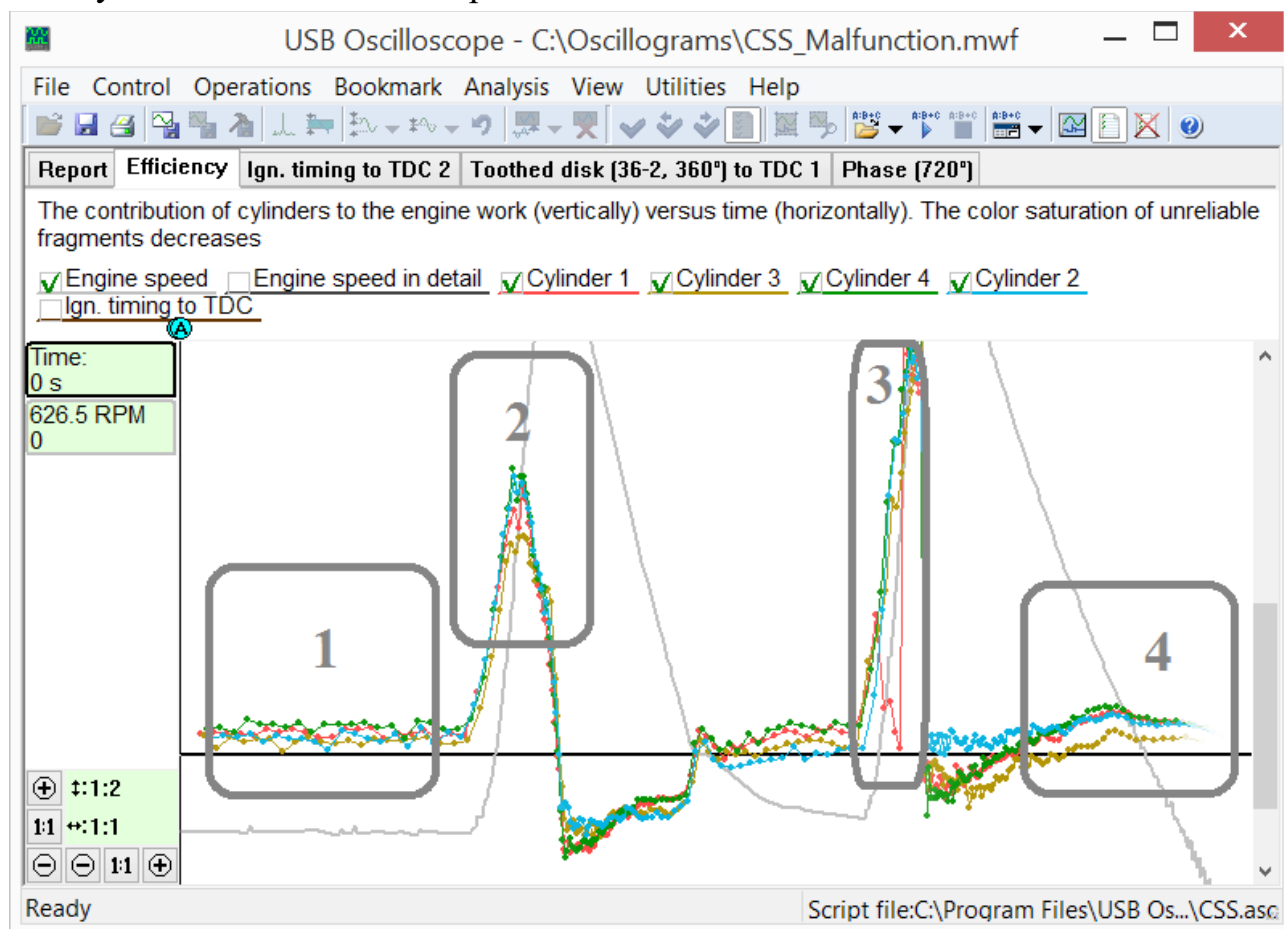
Мульти-марочные сканеры предлагают значительно больший функционал для диагностики различных систем автомобиля за счёт того, что используют протокол производителя. Но они заметно уступают возможностям дилерских сканеров. В мульти-марочных сканерах могут быть заявлены не все марки машин, не все их системы, и отображаться могут не все данные этих систем. В свою очередь, дилерские сканеры совместимы с автомобилями только одной марки, но зато позволяют делать все что предусмотрел для своих машин производитель.

В этом и заключается ответ на вопрос, почему для подключения к диагностическим разъёмам различных автомобилей требуются разные сканеры. Обойтись только одним диагностическим сканером на практике не всегда получается. Приходится пользоваться несколькими, в зависимости от марки производителя или сложности неисправности. При этом все сканеры считывают коды ошибок примерно одинаково. Но считывание ошибок это ещё не диагностика, а лишь считывание кода ошибки с краткой расшифровкой причины неисправности, которую определил сам блок управления диагностируемой машины. А мастер должен решить на сколько этот диагноз соответствует действительности, и требуются ли дополнительные проверки и измерения. Ведь диагностика, это метод определения возможной неисправности без разборки самой диагностируемой системы. Поэтому, всегда есть вероятность ошибки или не точности поставленного диагноза. Лучший способ поднять достоверность диагноза, это подтвердить причину неисправности с помощью другого безразборного метода. В сканере такая проверка реализована в виде предоставления значений текущих данных датчиков, активации исполнительных механизмов, или в виде запуска специализированных мониторинговых программ. Для значительного увеличения достоверности диагноза, желательно дополнительно использовать другие принципы проверки данных, то есть применять и другое оборудование, основанное на ином принципе обработки данных. К примеру, воспользоваться мотор-тестером.

подавляющее большинство автомобильных двигателей работают по схожему принципу, и устроены примерно одинаково: коленчатый вал, шатуны, поршни, клапана; примерно одинаковый набор датчиков и исполнительных устройств, система подачи топлива и поджига рабочей смеси... А значит, для их диагностики могут существовать универсальные методики, применимые к любому двигателю, независимо от марки и модели автомобиля. Такие методики существуют и успешно применяются на практике. Ранее мы их уже рассматривали: это скрипты CSS, Pх и EIPower, созданные Андреем Шульгиным. За 4 года с их помощью в авто-сервисах было продиагностировано более 1 миллиона различных автомобилей и практически всегда удавалось установить правильный диагноз. Некоторые авто-сервисы, практикующие эти методики, в последствии стали применять их как экспресс-диагностику, ведь такой способ поиска неисправностей занимает не более 5...10 минут.

Предлагаем рассмотреть примеры применения Скрипта CSS. Но сначала, давайте вкратце вспомним, что же он из себя представляет, для чего он предназначен, и как работает.

Скрипт CSS позволяет выявить цилиндры в которых имеются пропуски воспламенения и определить причины ухудшения отдачи работы этих цилиндров. При этом он не дублирует возможностей сканера, а способен предоставить больше информации для анализа. Информативность скрипта может снизиться лишь в случае, когда цилиндры полностью не работают на всех режимах. Ведь эта методика основана именно на анализе эффективности вклада цилиндров на разных режимах работы двигателя. Для этого скрипт выводит на экран вкладку "Эффективность", где серый график отображает изменение оборотов двигателя за всё время проведения замеров, а цветные графики – отдачу от каждого из цилиндров.

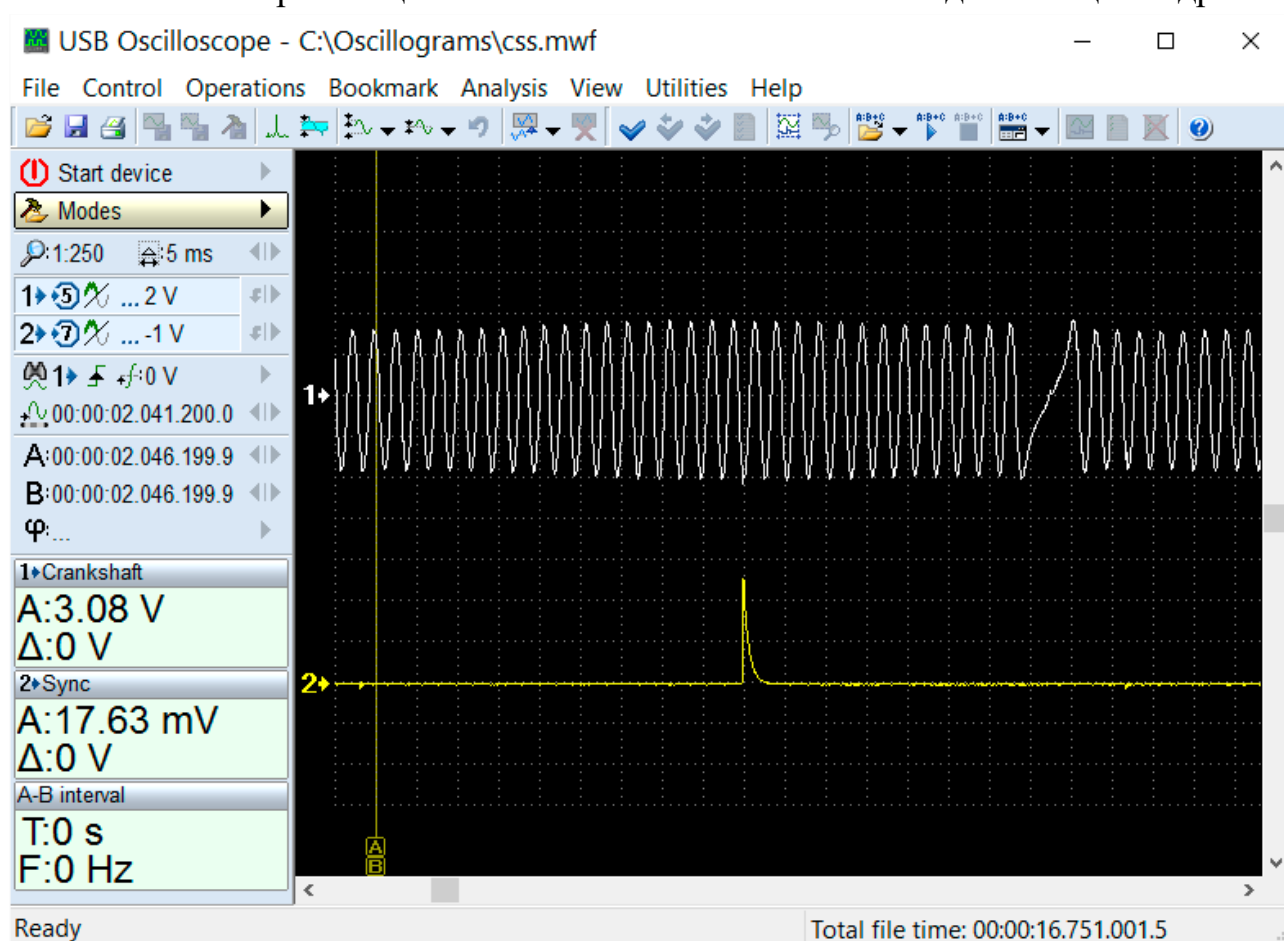


Различные фрагменты цветных графиков позволяют оценить для каждого из цилиндров:

1. холостой ход – этот фрагмент позволяет оценить стабильность работы двигателя на холостом ходу;
2. состав топливо-воздушной смеси – здесь проявляются загрязнённые форсунки и подсосы воздуха во впускной коллектор;
3. бесперебойность искро-образования – 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.

Для получения графиков эффективности достаточно запустить скрипт CSS, записав перед этим определённым образом всего два сигнала:

1. сигнал частоты вращения коленвала;
2. сигнал синхронизации с моментом воспламенения в одном из цилиндров.

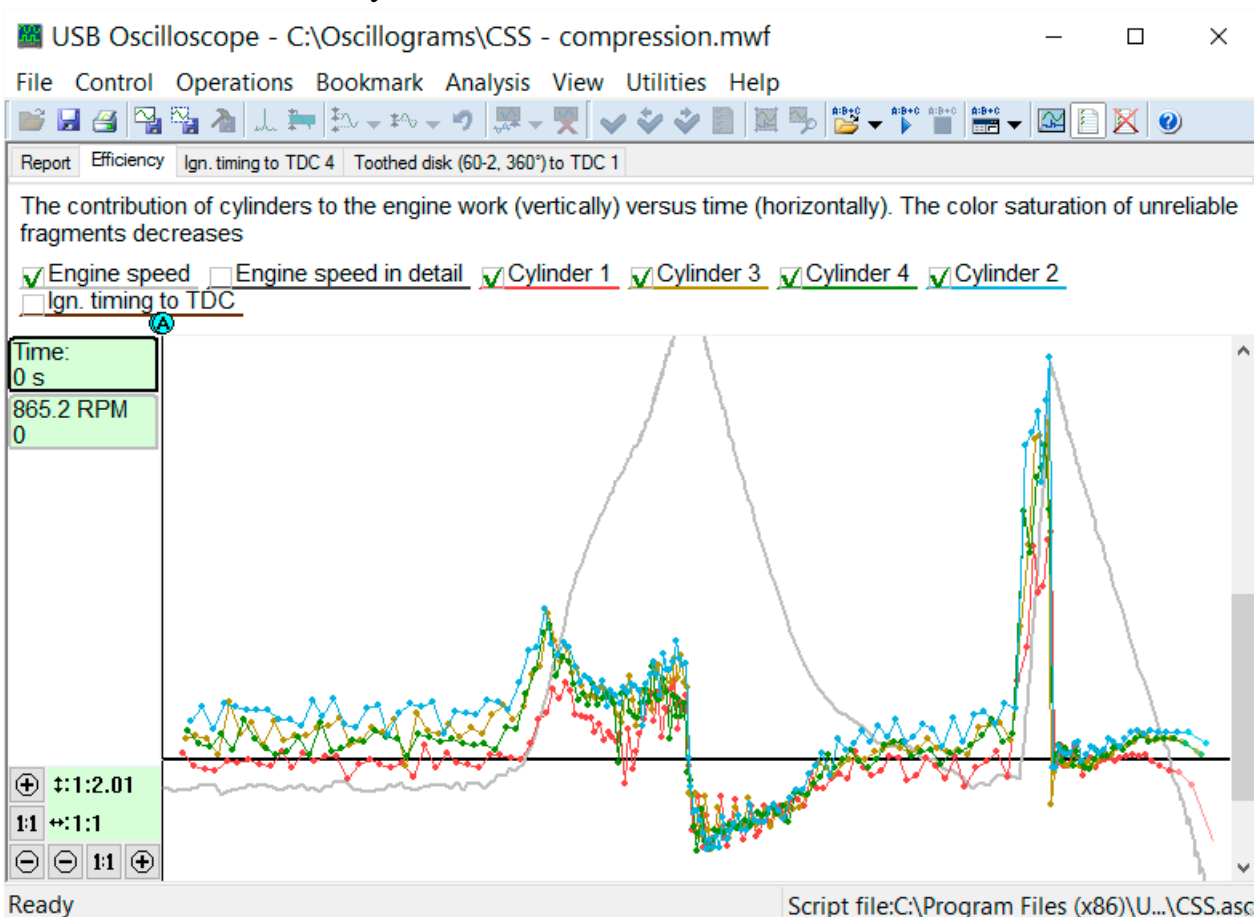


Сигнал частоты вращения удобнее всего снимать со штатного датчика коленвала, а сигнал синхронизации – с высоковольтного провода одного из цилиндров для бензиновых двигателей, или с управляющего сигнала топливной форсунки для дизельных двигателей. В зависимости от особенностей конструкции двигателя и 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.

А теперь перейдём к конкретным примерам.

Chevrolet Aveo 1.5 2013.

Владельца этого автомобиля с 4-х цилиндровым бензиновым двигателем беспокоили снижение мощности двигателя и ухудшение стабильности его работы на холостом ходу.



Здесь отчётливо видно, что график красного цвета, отображающий работу цилиндра 1, расположился ниже графиков остальных цилиндров при работе двигателя, практически, на всех режимах, а именно:

1. холостой ход;
2. плавная перегазовка;
3. резкая перегазовка;
4. глушение двигателя с открытой дроссельной заслонкой.

Анализ графиков эффективности всегда лучше начинать с последнего режима работы двигателя, так как он позволяет сравнить динамическую компрессию в его цилиндрах. На последнем этапе измерений система зажигания и подачи топлива уже отключены, но двигатель ещё вращается по инерции, а дроссельная заслонка удерживается полностью открытой. Поэтому, в цилиндры поступает только воздух, который там сжимается за счёт силы инерции от вращающегося маховика. Когда поршень проходит верхнюю мёртвую точку, сжатый в цилиндре воздух толкает его вниз и придаёт коленвалу некоторое ускорение. Чем выше компрессия в цилиндре и чем больше в нём сжатого воздуха, тем больше будет ускорение. Именно эти ускорения коленвала отражаются здесь графиками эффективности и показывают, таким образом, относительную компрессию цилиндров двигателя.

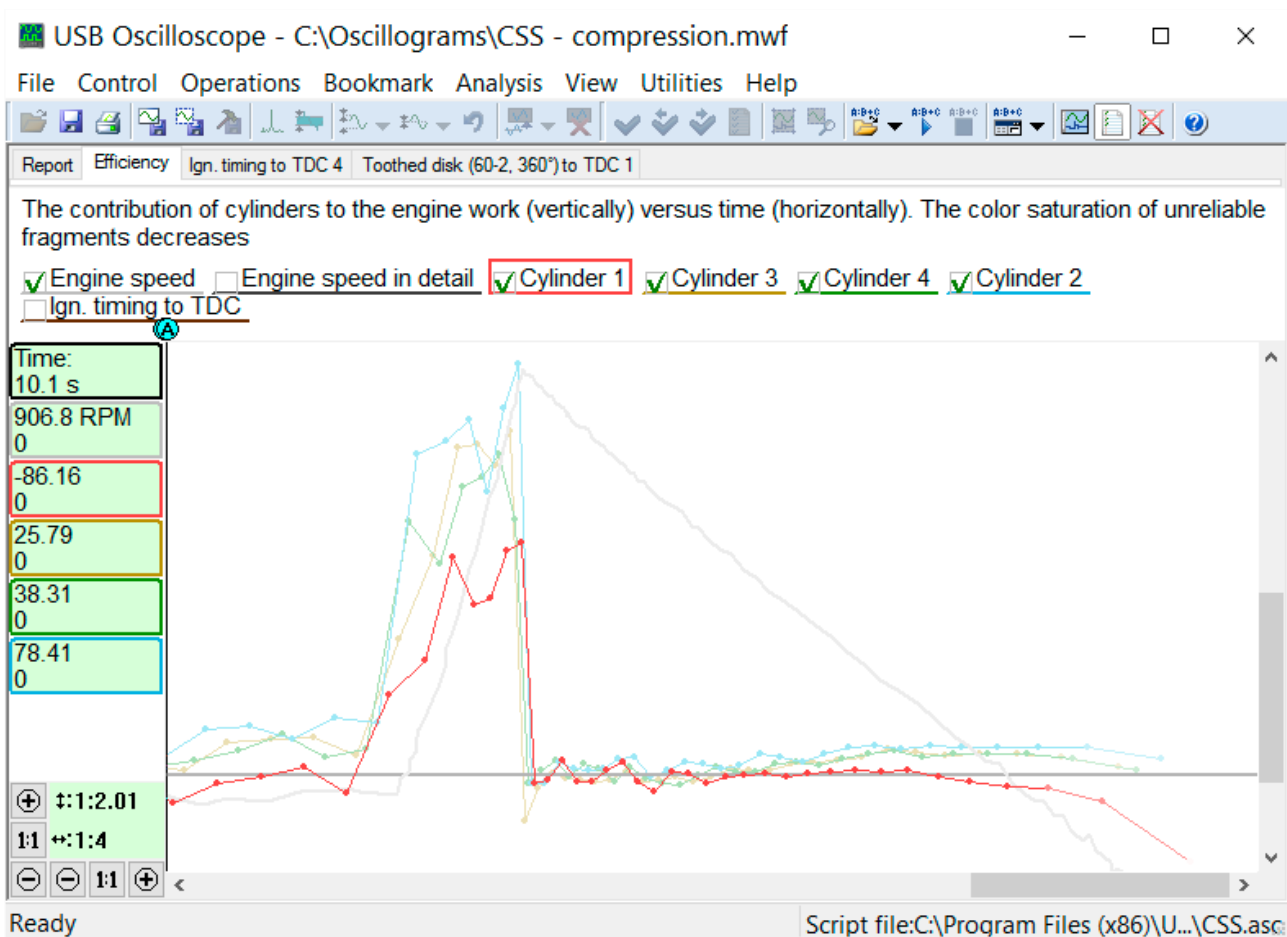
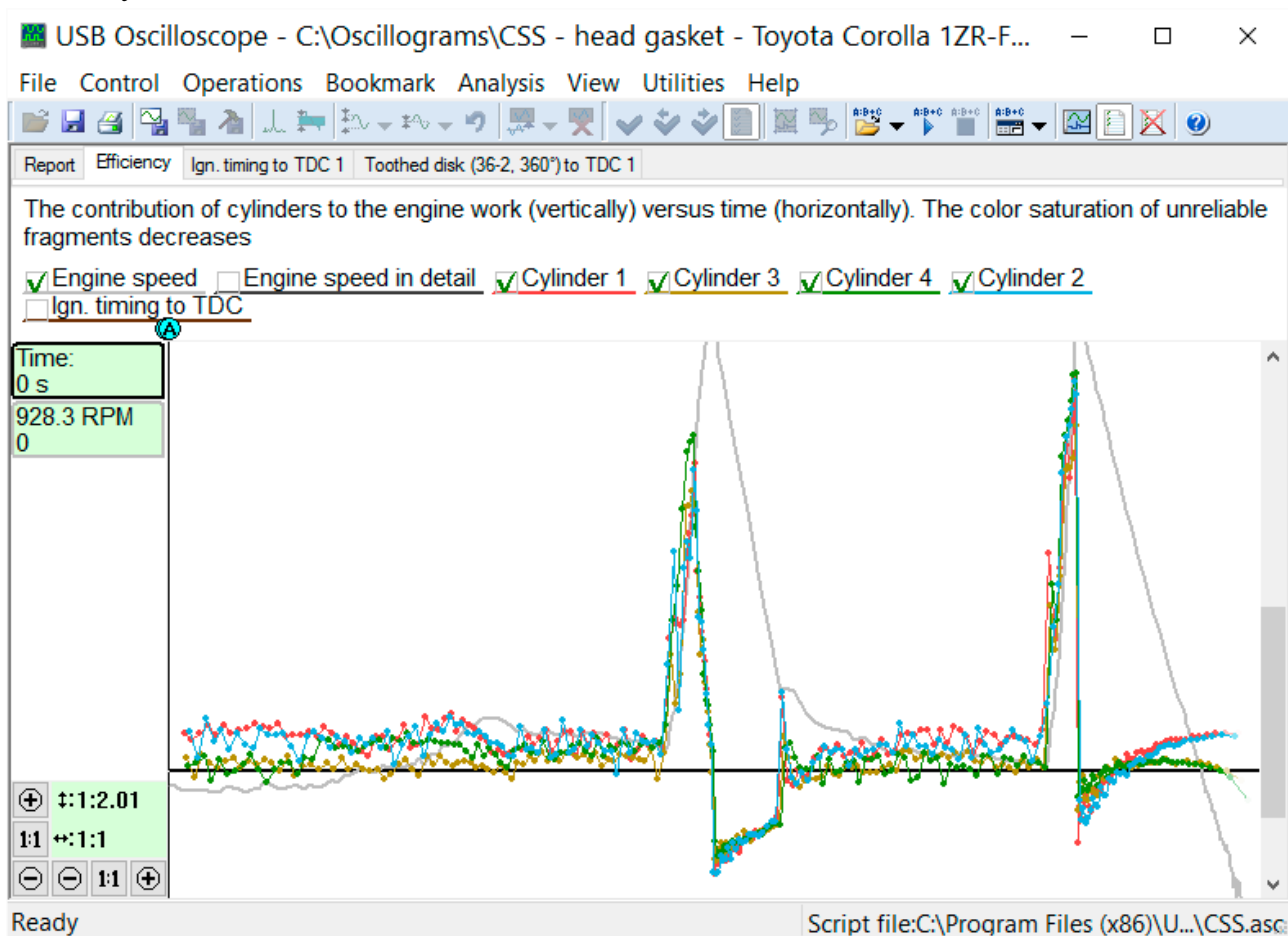


График эффективности цилиндра 1 здесь чётко показывает, что по мере снижения оборотов двигателя отдача от этого цилиндра, по сравнению с остальными, уменьшается. Такой характер искажения графика указывает на ухудшение компрессии в этом цилиндре. Это объясняется тем, что с падением оборотов двигателя увеличивается время, за которое проходят такты сжатия и рабочего хода, а вместе с ним, увеличивается количество воздуха, успевающего утечь за это время через неплотности из цилиндра. Так как снижение компрессии обычно приводит к общему ухудшению работы двигателя, то до устранения этой неисправности дальнейшие проверки других подсистем двигателя были отложены.

После устранения механической поломки, влиявшей на компрессию в цилиндре 1, работа двигателя на всех режимах восстановилась, и проведение дополнительных проверок не потребовалось.

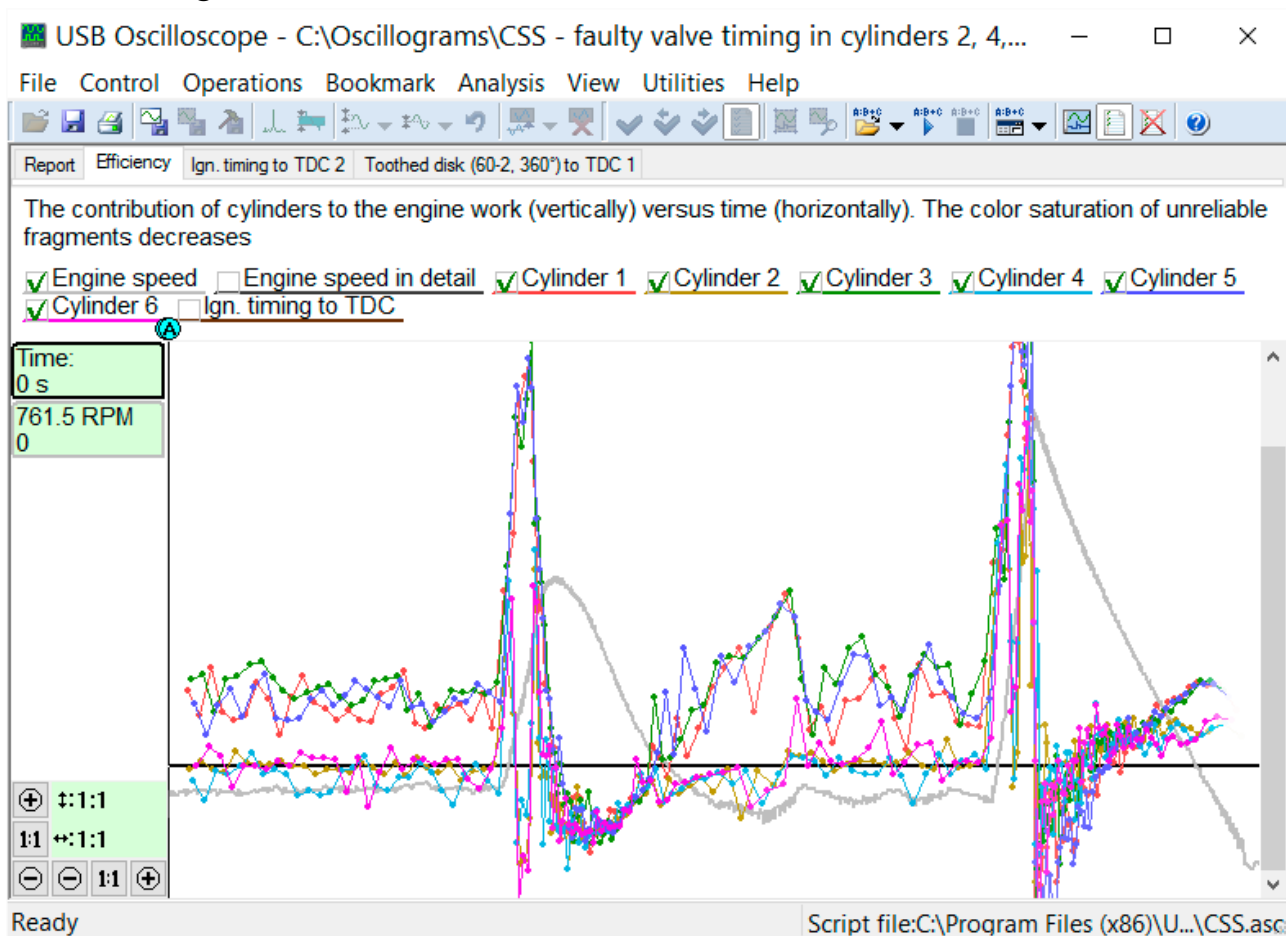
## Toyota Corolla 2007 1.6 1ZR-FE.



Графики эффективности жёлтого и зелёного цветов, отражающие отдачу от цилиндров 3 и 4, на последнем этапе измерений (глушение двигателя с открытой дроссельной заслонкой) отклонились вниз. Как уже было сказано выше, такой характер искажения графиков является признаком плохой компрессии. Примечательно то, что блок управления двигателем пытался компенсировать эту неисправность, устанавливая более ранний угол опережения зажигания для цилиндров с худшей отдачей. За счёт этого, работа двигателя на холостом ходу немного выровнялась, что хорошо заметно по цветным графикам перед первой перегазовкой.

В процессе последующего ремонта выяснилось, что неисправность возникла из-за повреждения прокладки головки блока цилиндров в районе перегородки между цилиндрами 3 и 4, что привело к ухудшению компрессии в этих соседних цилиндрах.

## Kia Magentis 2004 2.5 V6.



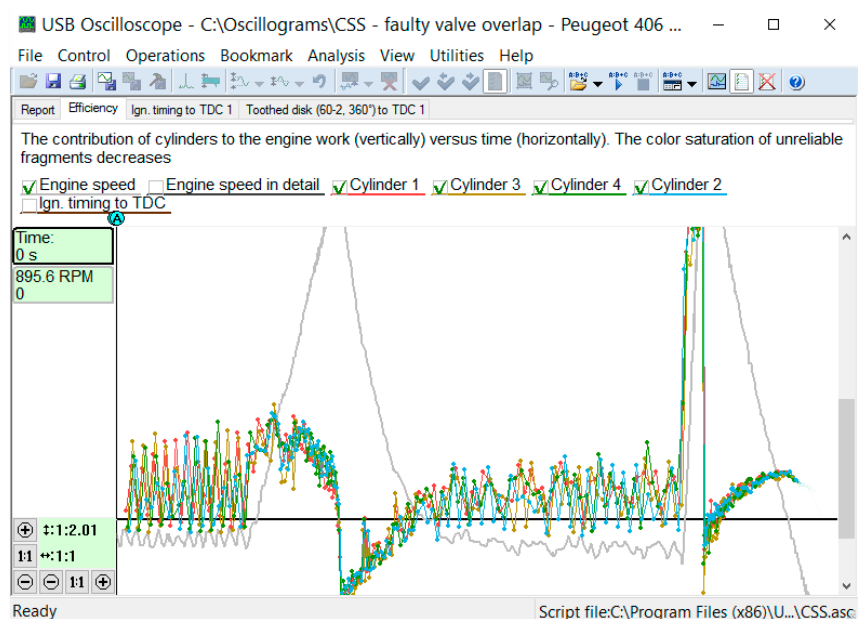
Графики эффективности разделились на две группы: цилиндры 1, 3 и 5 на всех режимах работали лучше, а цилиндры 2, 4 и 6 – хуже. Последний фрагмент графиков показывает также и ухудшение динамической компрессии в этих цилиндрах. Здесь двигатель V-образный, и цилиндры 2, 4 и 6 обслуживаются отдельной головкой блока цилиндров. Снижение динамической компрессии и эффективности работы наблюдалось только в этой группе цилиндров. Поэтому, было сделано предположение, что наиболее вероятной причиной неисправности является неправильная установка фаз газораспределения в этой головке блока цилиндров.

Проверка установочных меток на шкивах коленвала и распредвалов это предположение подтвердила.



Peugeot 406 2001 1.8i 16v.

Двигатель работал неустойчиво на холостом ходу.

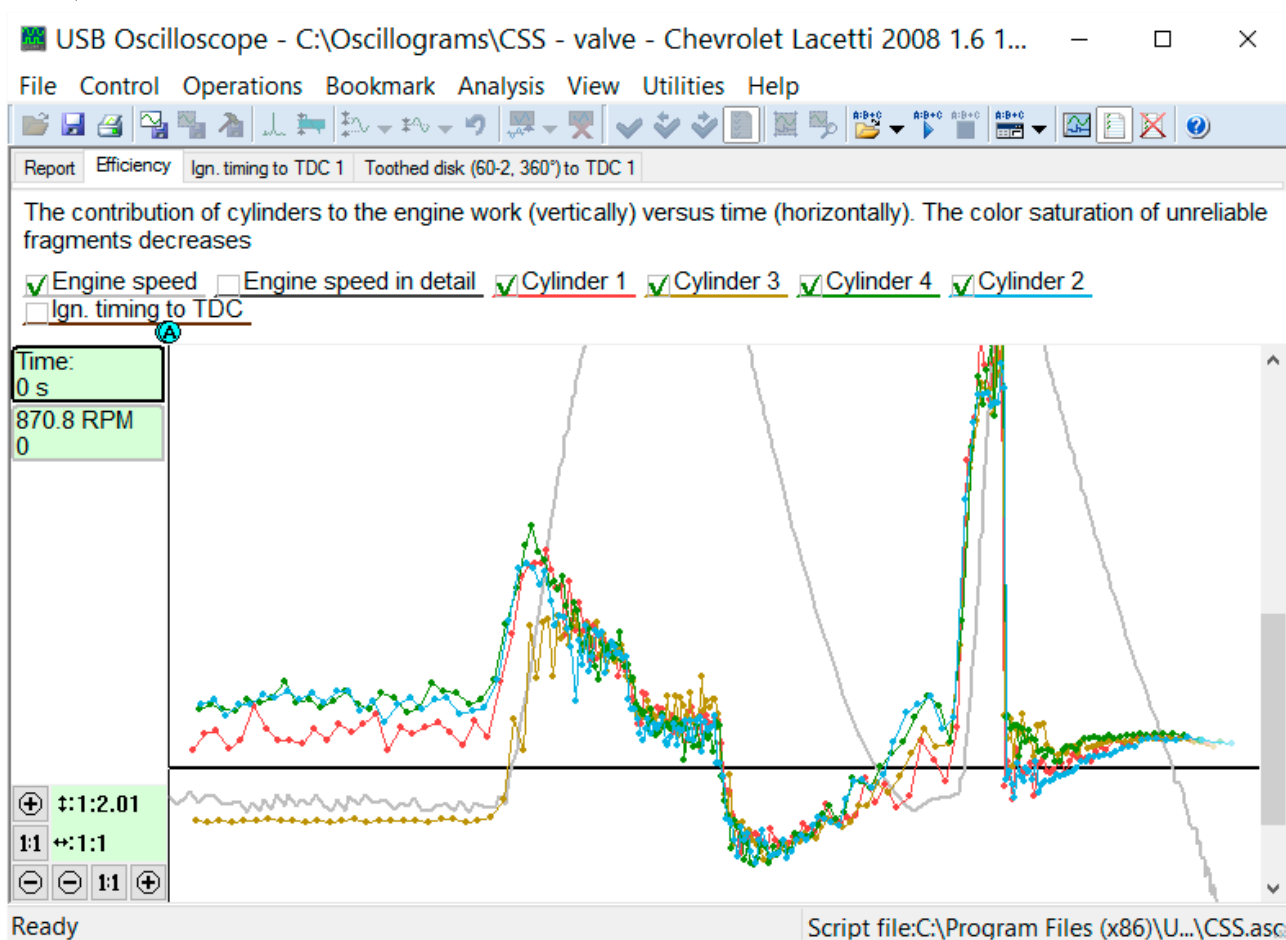


Как показывают графики эффективности, все цилиндры этого двигателя на холостом ходу чередовали свою работу с пропусками воспламенения: то включались в работу, то отключались. На других режимах цилиндры работали стабильно и одинаково. Такие искажения графиков эффективности характерны для двух-распредвальных двигателей, у которых установлена слишком широкая фаза перекрытия клапанов – когда выпускные клапана закрываются поздно или впускные открываются рано. Причиной этому обычно является неправильная установка газораспределительных валов, либо неисправность системы доворота распредвалов (на двигателях Toyota, например, такие системы называются VVT или VVT-i). В результате, во время фазы перекрытия клапанов при работе двигателя на холостых оборотах, газы из выпускного коллектора перетекают через камеру сгорания во впускной коллектор в слишком большом количестве. Это приводит к сильному разбавлению рабочей смеси отработавшими газами настолько, что искра зажигания уже не может поджечь такую смесь. Возникает пропуск воспламенения. Далее, размешанная отработавшими газами не сгоревшая топливо-воздушная смесь выталкивается в выпускной коллектор. Во время очередной фазы перекрытия клапанов, часть отработавших газов вместе с ранее не сгоревшей смесью перетекает обратно во впускной коллектор. Получается, что во впускной коллектор попадают уже не только отработавшие газы из выпускного коллектора, но и не сгоревшая топливо-воздушная смесь, оставшаяся от предыдущего такта работы цилиндра. За счёт этого смесь теперь содержит не так много отработавших газов, и поэтому не теряет способности к поджигу от искры. Пропуска воспламенения не возникает. А далее всё повторяется снова: в выпускной коллектор выталкиваются отработавшие газы, которые во время следующей фазы перекрытия клапанов попадают во впускной коллектор в значительном количестве, и вызывают пропуск воспламенения.

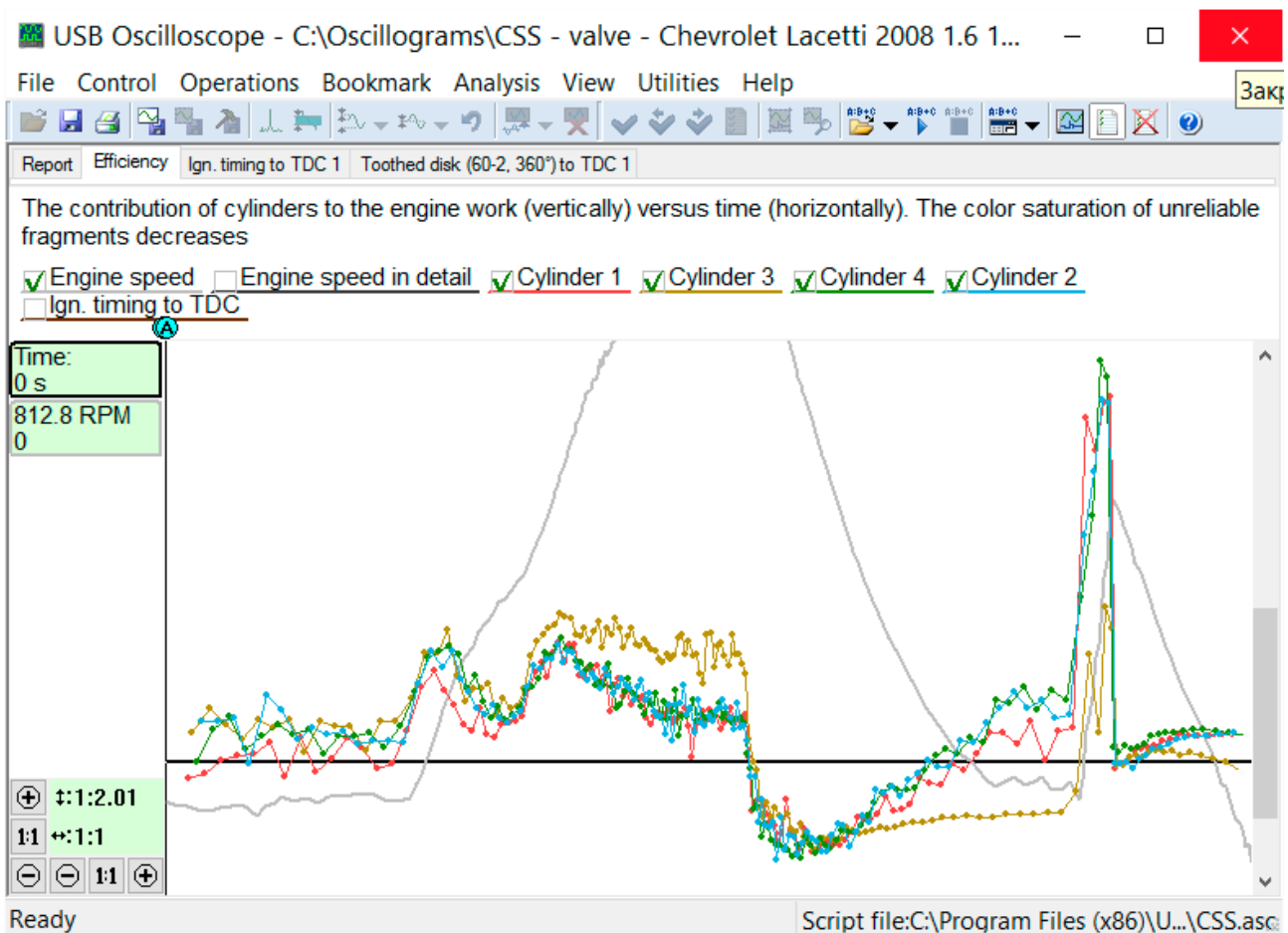
Правильная установка фаз газораспределения проблему неустойчивого холостого хода устранила.

Chevrolet Lacetti 2005 1.6 16v.

Периодически двигатель начинал работать неустойчиво и заметно терял мощность.



По графикам эффективности видно, что на начальном этапе проведения замеров цилиндр 3 (график эффективности жёлтого цвета) не работал совсем. Но во время первой перегазовки начал работать и далее работал нормально. Это измерение показало, что неисправен цилиндр 3, но не показало причину неисправности. Поэтому, был проведён повторный замер.

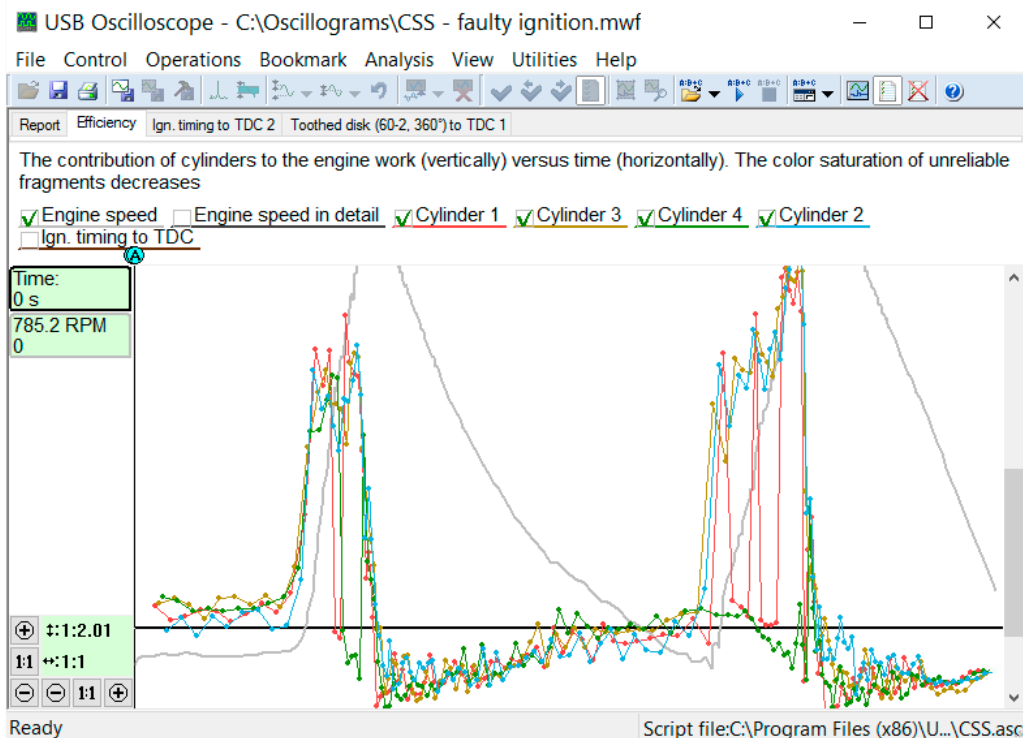


На этот раз в начале работали все цилиндры, но после первой перегазовки цилиндр 3 снова отказал. По последнему этапу измерений видно, что в этом цилиндре существенно ухудшилась компрессия. По результатам этих двух замеров был сделан вывод, что в цилиндре 3 периодически пропадала компрессия.

Последующая разборка двигателя показала, что причиной неисправности был впускной клапан цилиндра 3, который перемещался слишком туго и из-за этого подклинивал в открытом состоянии.

## Volkswagen Passat 1998 1.8T.

На холостом ходу двигатель работал хорошо, но под нагрузкой не развивал достаточной мощности и работал с перебоями.

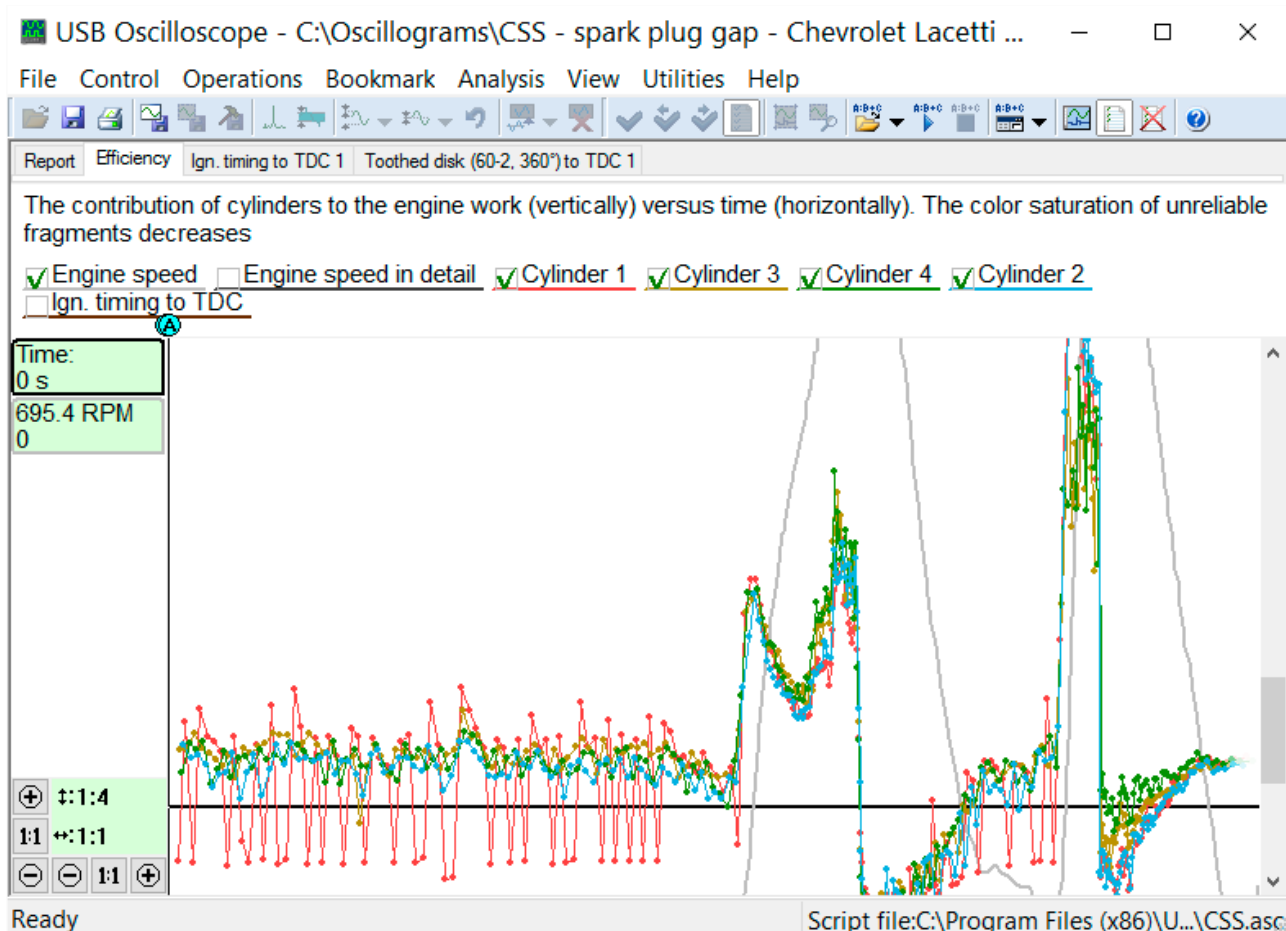


Если сравнить графики эффективности то можно заметить, что не все цилиндры работали одинаково. Во время плавной и резкой перегазовок цилиндры 2 и 3 (графики синего и жёлтого цветов) работали с примерно одинаковой эффективностью. А цилиндры 1 и 4 (графики красного и зелёного цветов) во время перегазовок внезапно отключались, хотя на холостых оборотах работали с такой же отдачей как и исправные. Такой характер искажения графиков эффективности типичен для неисправной системы зажигания. Так получается потому, что искра может либо поджечь топливо-воздушную смесь, которая сгорая вносит свой вклад в работу двигателя, либо не поджечь её совсем – смесь не загорится и возникнет пропуск воспламенения. Наиболее явно неисправности системы зажигания проявляются в режиме увеличенной нагрузки на двигатель, когда через открытую дроссельную заслонку в цилиндры поступает много топливо-воздушной смеси. И чем больше цилиндры наполняются воздухом, тем больше в них растёт давление, и тем большее напряжение должна развивать система зажигания для пробоя искрового зазора между электродами свечи зажигания. Но если в системе зажигания имеются повреждения, то искра может разрядиться не на электродах свечи зажигания, а в месте повреждения системы зажигания. А при работе двигателя на холостых оборотах, закрытая дроссельная заслонка значительно ограничивает поступление воздуха в цилиндры, и требуемое напряжение высоковольтного разряда заметно уменьшается. Поэтому, в режиме холостого хода система зажигания в большинстве случаев работает бесперебойно.

После замены катушки зажигания, обслуживающей цилиндры 1 и 4, нормальная работа двигателя восстановилась.

Chevrolet Lacetti 2008 1.6.

Неустойчивый холостой ход.

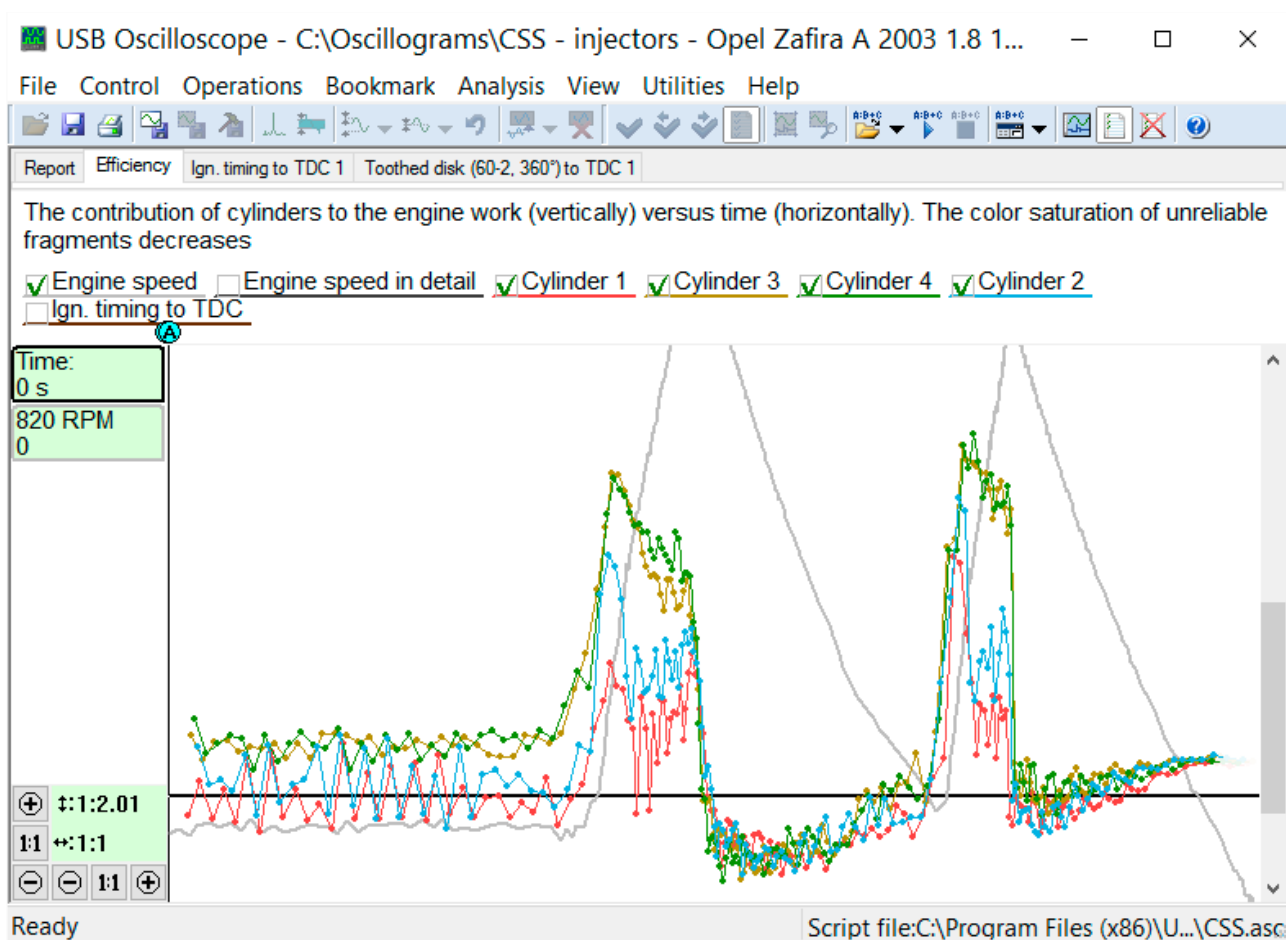


Здесь график эффективности показывает, что при работе двигателя на холостом ходу в цилиндре 1 возникали пропуски воспламенения. При этом видно, что происходило не частичное ухудшение отдачи цилиндра, а полное его отключение. Такая форма искажения графика характерна для слишком малого искрового зазора между электродами свечи зажигания. На холостых оборотах ограничение объема поступающего в цилиндры воздуха приводит к снижению необходимого напряжения высоковольтного разряда. При слишком малом искровом зазоре между электродами свечи зажигания, напряжение может стать настолько низким, что мощности разряда уже не хватит для воспламенения топливо-воздушной смеси.

Пропуски воспламенения исчезли после замены свечей зажигания.

Opel Zafira A 2003 1.8 16v X18XE1.

Двигатель не развивал номинальной мощности и работал с пропусками воспламенения.



На последнем этапе измерений графики эффективности практически наложились один поверх другого. Это показывает, что компрессия во всех цилиндрах примерно одинаковая. Во время перегазовок цилиндры 1 и 2 работали с меньшей эффективностью, а на холостом ходу ещё и имелись пропуски воспламенения. Это типичный пример загрязнённых топливных форсунок. Из-за загрязнения, форсунки впрыскивали уменьшенное количество топлива, особенно при малой длительности управляющих импульсов в режиме холостого хода. Получаемая обеднённая топливо-воздушная смесь сгорала с меньшей эффективностью, и на холостых оборотах двигателя не всегда воспламенялась.

Неисправность была устранена путём очистки топливных форсунок на стенде.

Андрей Шульгин