

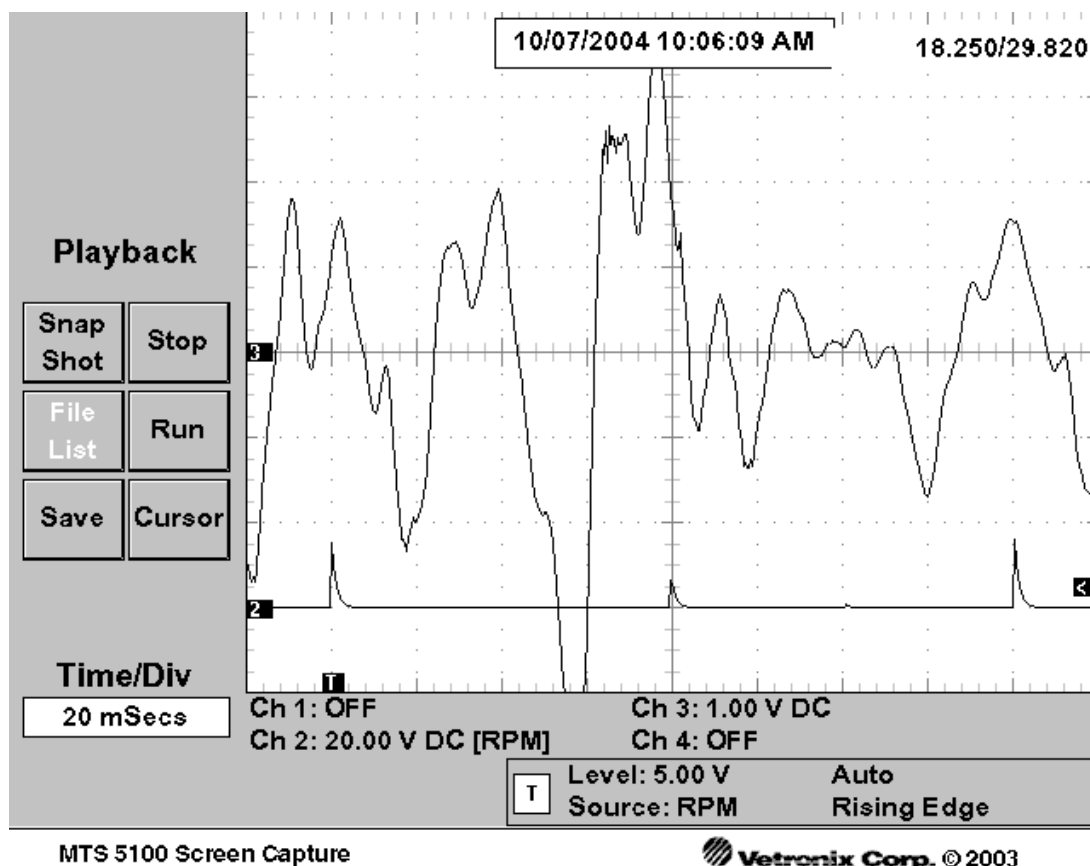
Экспресс диагностика по пульсациям выхлопа

Этот метод основан на анализе сбоев пульсаций выхлопных газов. Известен он давно и многие им уже пользовались поднося руку к выхлопной трубе чтобы определить – есть ли пропуски воспламенения в цилиндрах двигателя. Выявлять проблемные цилиндры по выхлопу первой стала компания SenX Tecnology при помощи разработанного ей датчика FirstLook и осциллографа.



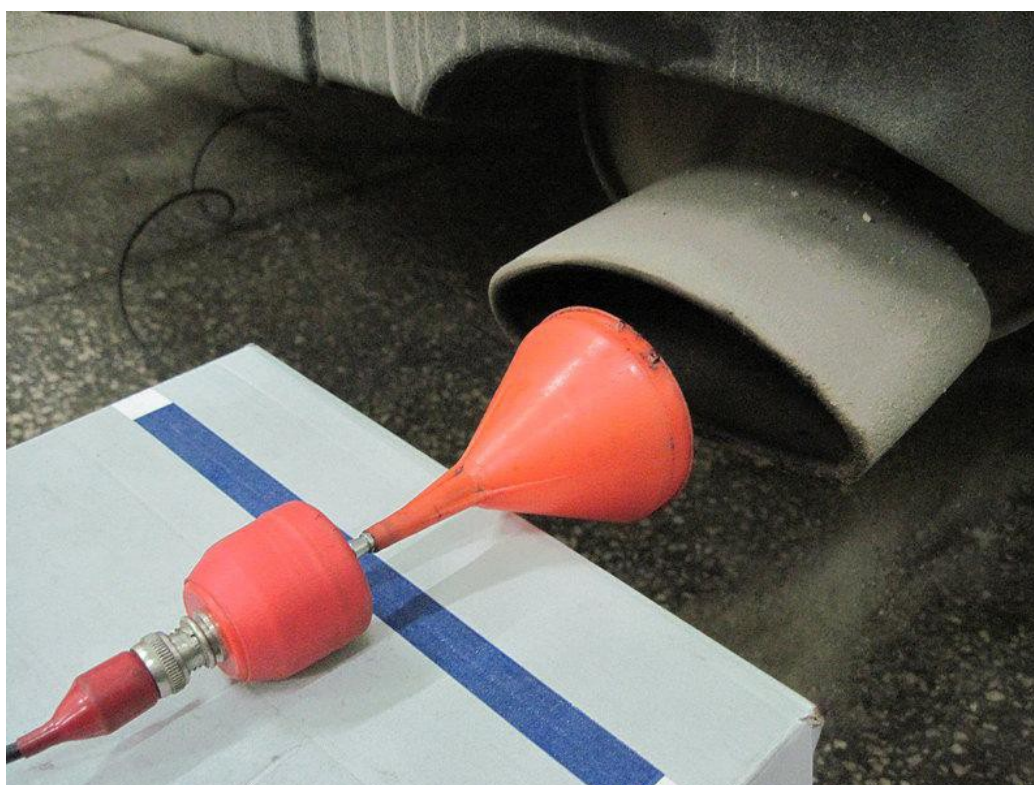
Для анализа пульсаций потока выхлопных газов, патрубков датчика FirstLook необходимо было вставить в выхлопную трубу и записать его выходной сигнал совместно с сигналом искры цилиндра 1.



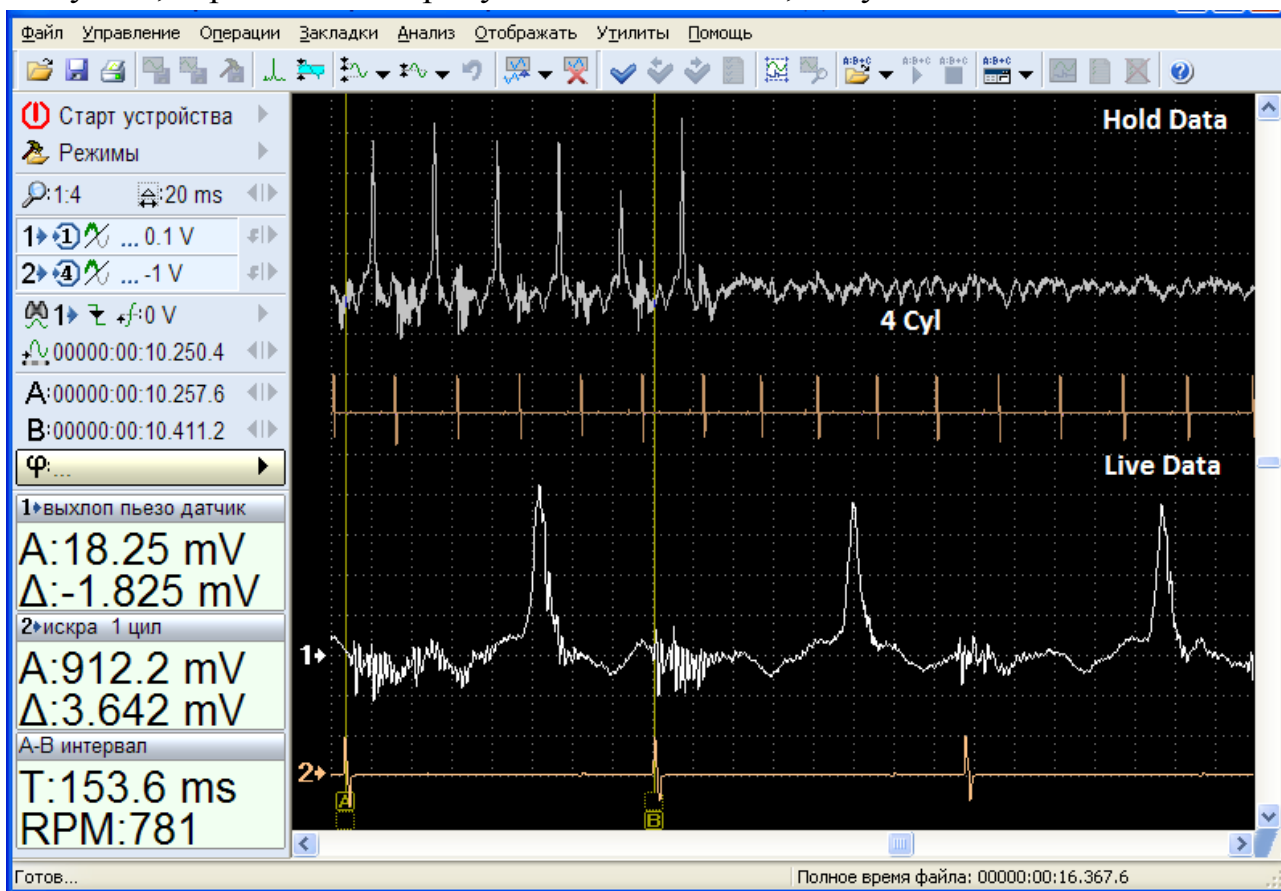


Но этот принцип не получил большого распространения из-за сложности получаемой формы сигнала. Ведь на фоне разных по величине дополнительных пульсаций, не так-то легко определить, в каком цилиндре имеется пропуск воспламенения, а в каком нет.

Эту технологию доработал Юрий Игнатенко (ник на форумах Gnat), предложив вместо патрубка подсоединять к пьезо-электрическому датчику «воронку», изначально предназначенную для залива жидкостей в бутылки. Располагать такую воронку с датчиком рекомендовалось напротив выхлопной трубы на небольшом расстоянии, подложив под датчик, к примеру, ящик нужной высоты.



Различия в сигналах теперь получились хорошо заметными: на фоне почти ровной линии, отражающей нормальную работу цилиндров, пропуск воспламенения стал выглядеть как хорошо заметный всплеск. Но полярность импульса, отражающего пропуск воспламенения, получилась необычной.



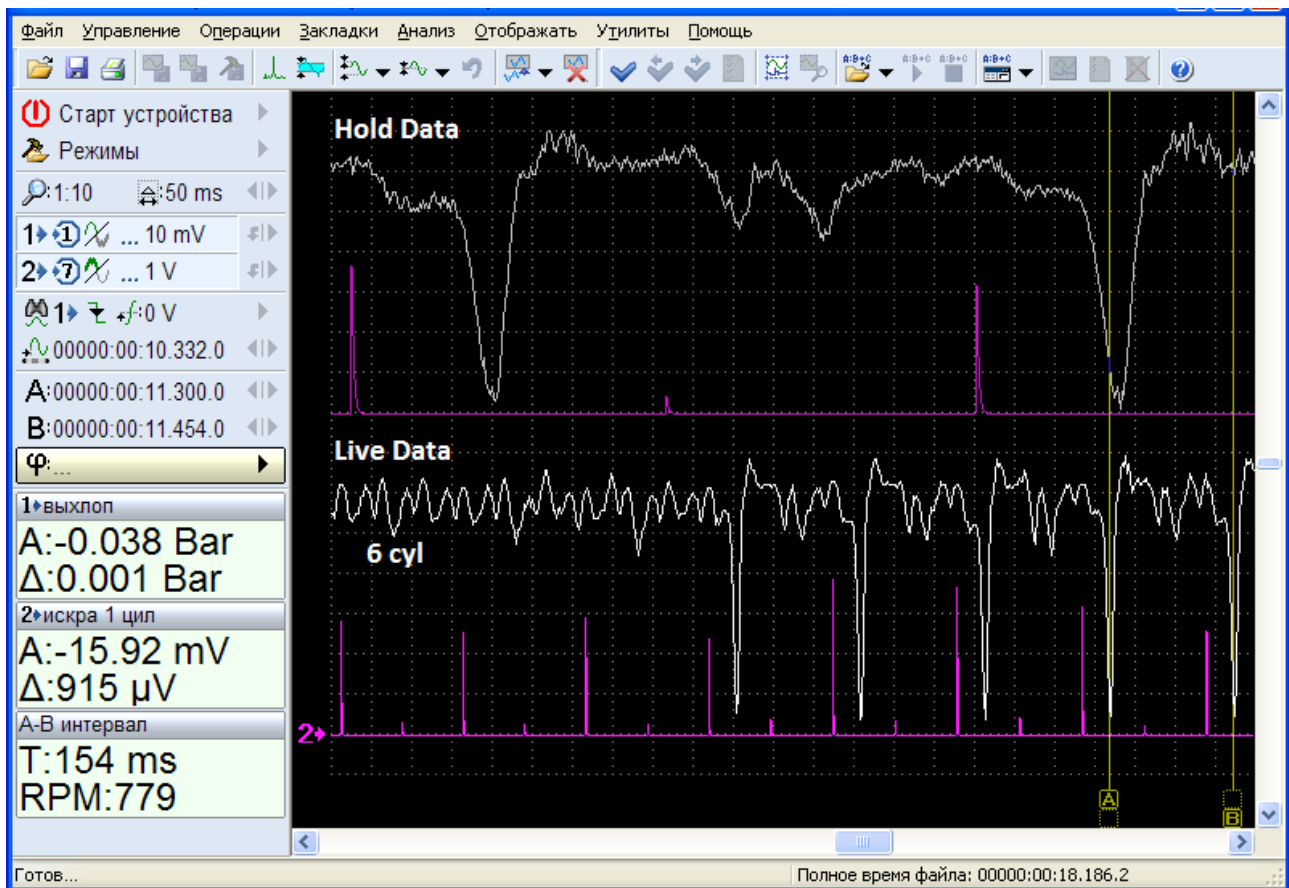
Естественным было желание доработать эту технологию, чтобы сделать ее более удобной в применении. В ходе испытания различных вариантов появилась конструкция из свернутого в кольцо пластикового шланга, предназначенного для прокладки электрических кабелей.



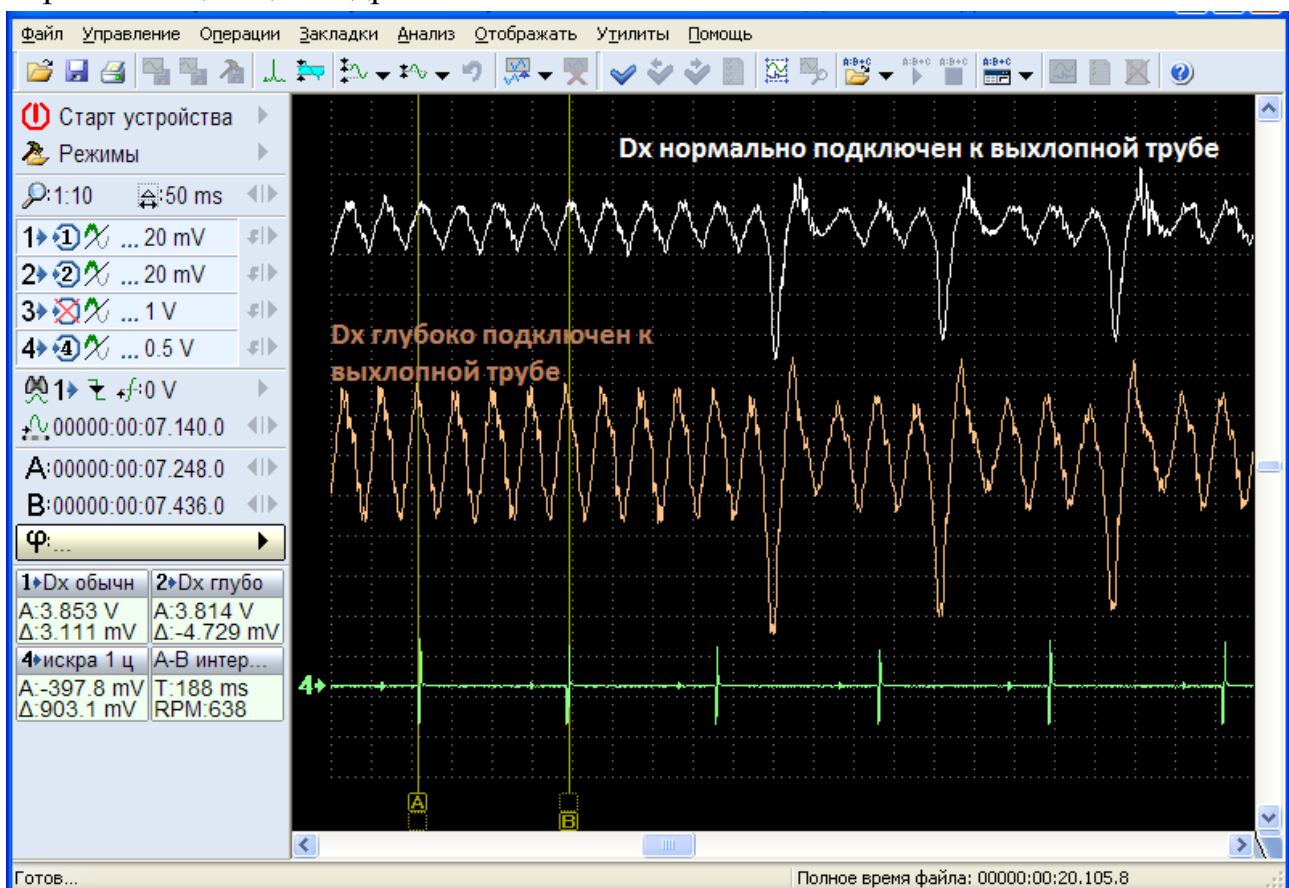
Изготовить такое приспособление может каждый самостоятельно: из одного метра гофрированного шланга можно сделать два устройства для датчика разрежения Dх, входящего в комплект USB Autoscope. Всё зависит от жёсткости пластика, из которого сделан шланг, и от возможности свернуть его в кольцо нужного размера. Полтора витка удобны тем, что такая конструкция позволяет хорошо зафиксировать датчик на выхлопной трубе; при этом, датчик не касается пола, а его электрический разъем направлен в сторону двигателя, что уменьшает необходимую длину кабеля для подключения к осциллографу. Кроме того, такая конструкция предотвращает попадание в датчик влаги от водяных паров, присутствующих в выхлопе. Диаметр гофрированного шланга выбирается примерно равным диаметру датчика Dх. Две прищепки позволяют выбрать глубину установки шланга в выхлопной трубе, так как выхлопные трубы на разных автомобилях различаются по диаметру и имеют разные декоративные насадки.



Глубина установки шланга в выхлопной трубе влияет на амплитуду и, частично, на форму получаемого сигнала. При правильно выбранной глубине, на горизонтальной линии сигнала будут заметны небольшие пульсации, а пропуск воспламенения будет выглядеть значительным провалом сигнала, что хорошо сочетается с логическим восприятием пропуска воспламенения.

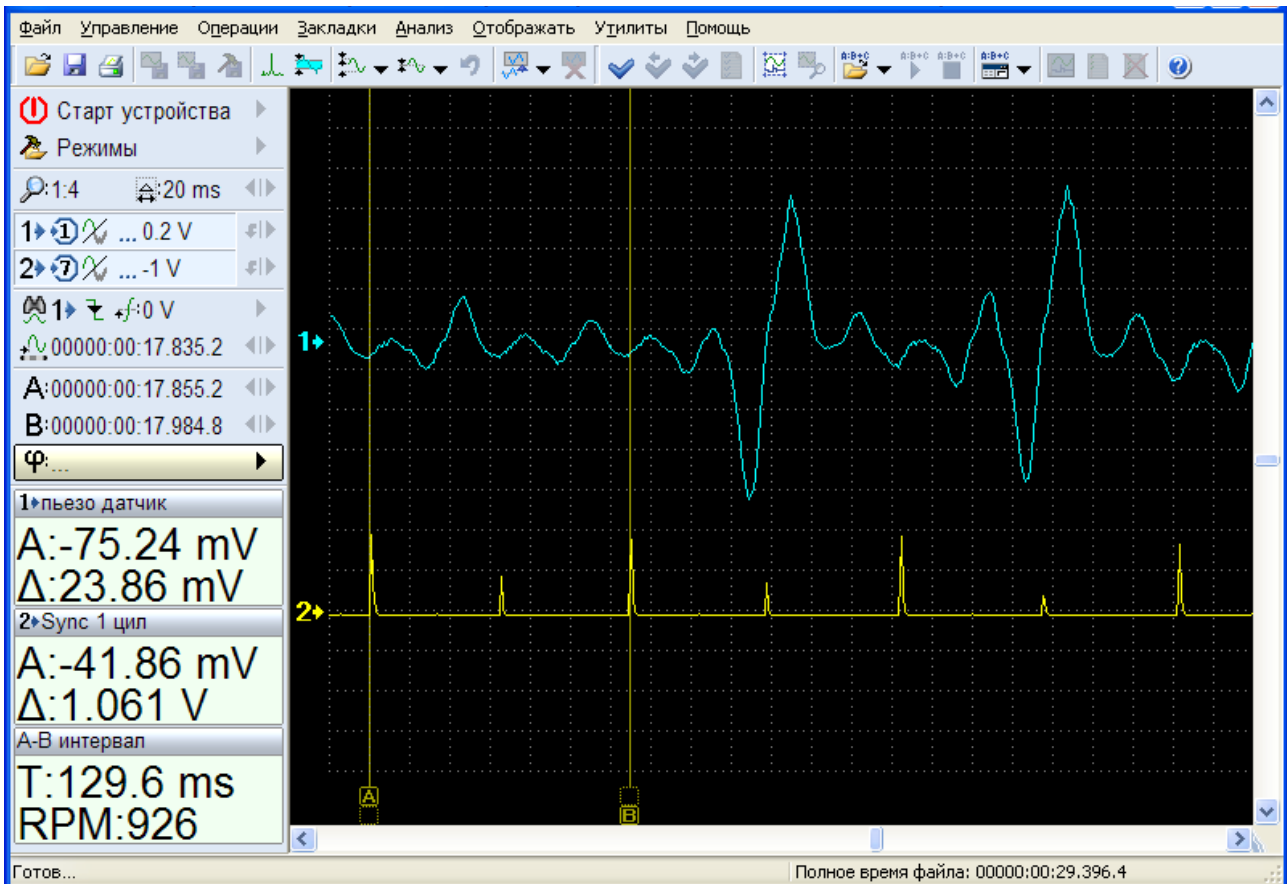


Если шланг в выхлопную трубу установить глубже, то амплитуда пульсаций от работающих цилиндров возрастает, тогда как амплитуда пульсаций возникающих вследствие пропусков воспламенения увеличивается незначительно. В результате, разница между пульсациями от работающих и неработающих цилиндров становится менее заметной.

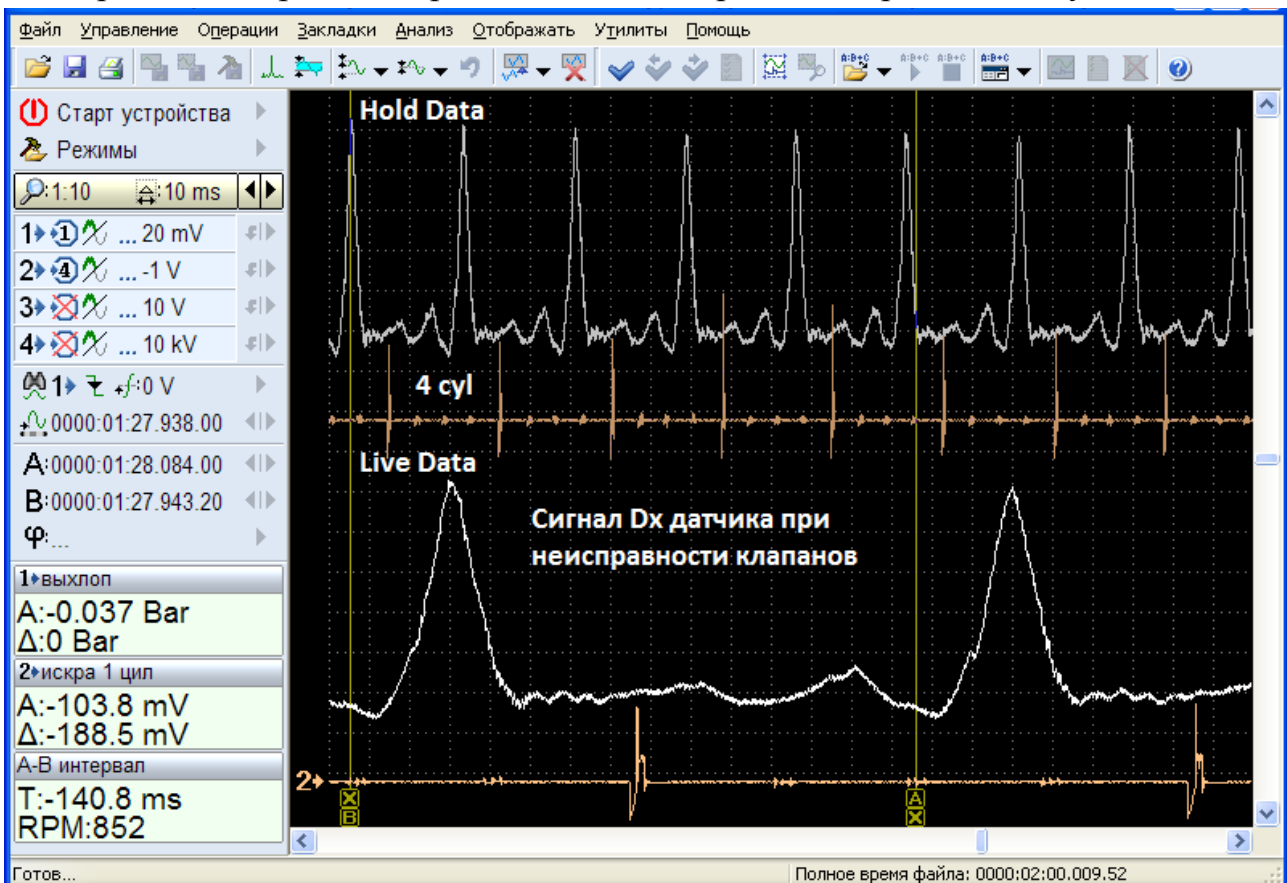


Но небольшие пульсации от работающих цилиндров полезны для визуального отсчёта номеров цилиндров относительно искры цилиндра 1.

Сигнал пьезо датчика может отображать аналогичные процессы несколько по-другому – с положительным и отрицательным импульсом почти одинаковой амплитуды.



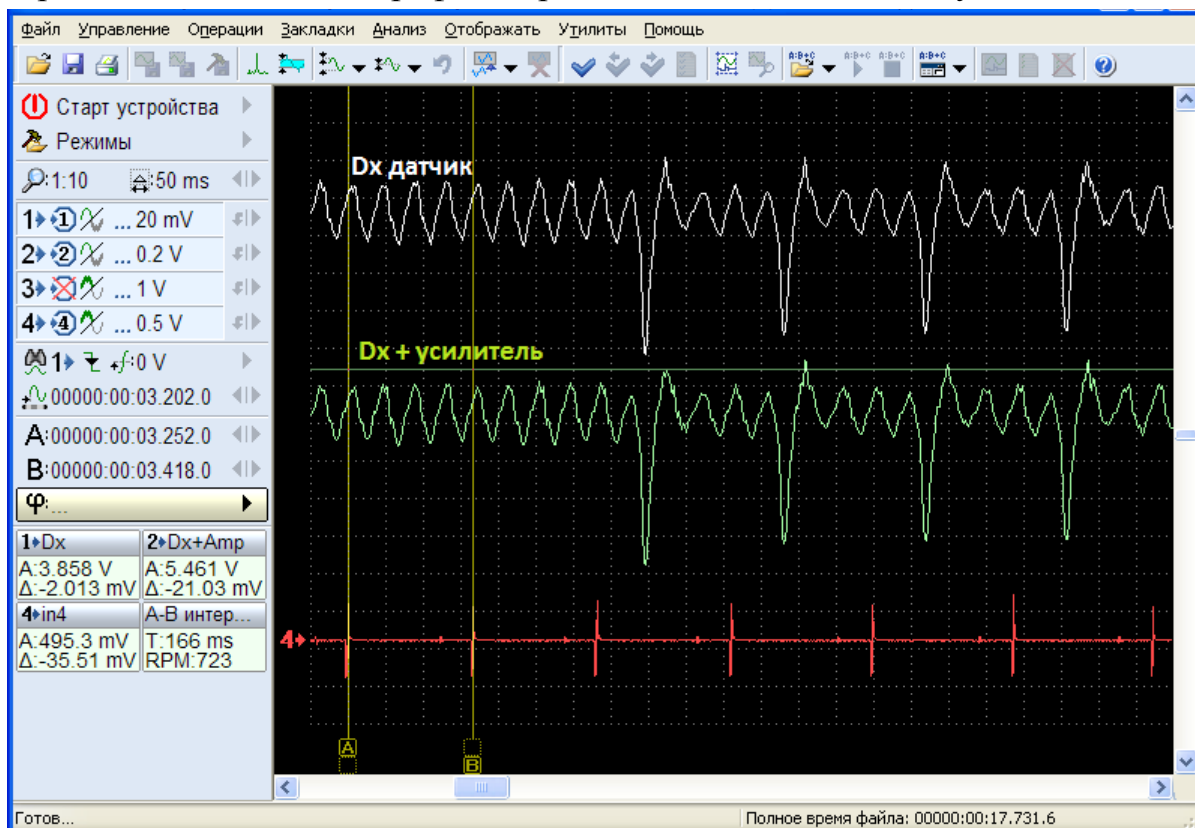
Это может оказаться неудобным при анализе некоторых неисправностей, к примеру, связанных с работой клапанного механизма. Если датчик будет показывать двойные импульсы, а в действительности присутствовать только одинарные, то определить различия в некоторых неисправностях будет сложно.



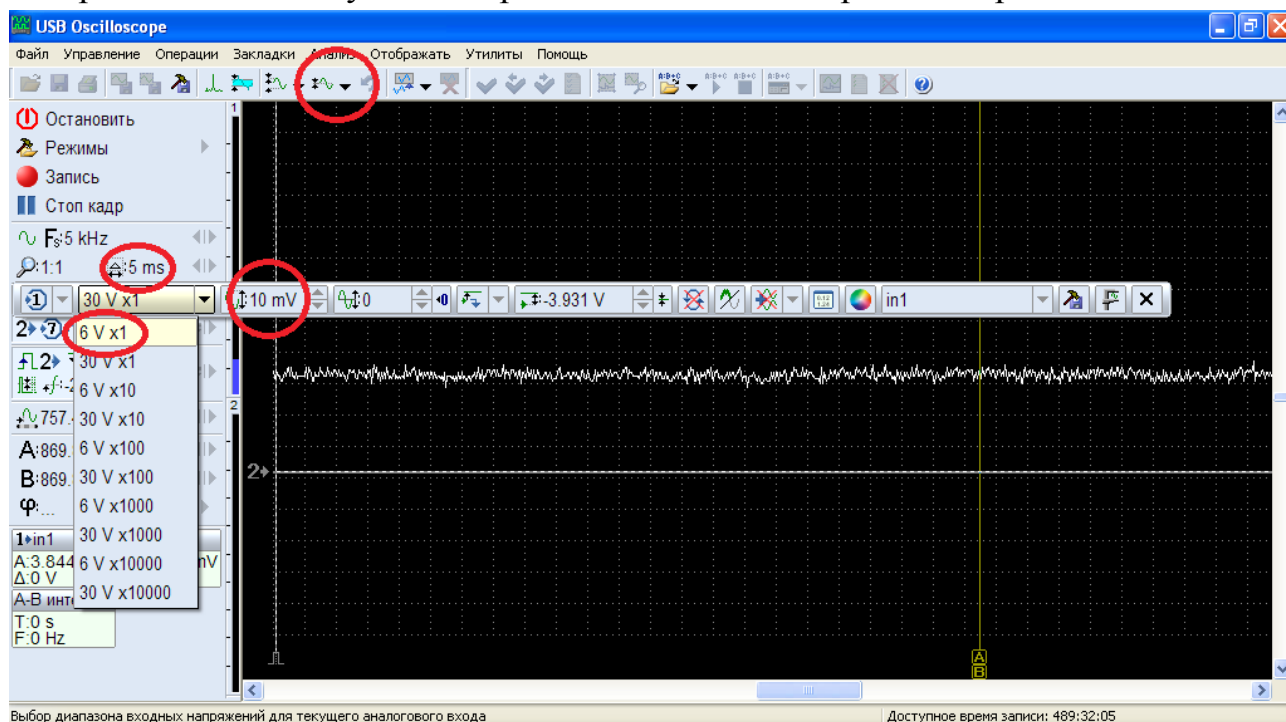
Правильную форму сигнала способны показывать датчики, отображающие фактическое давление, такие как датчик Dх. А датчики, основанные на пьезо-электрическом эффекте и показывающие только изменения давления, вносят некоторые искажения в реальную форму сигнала. В зависимости от подключения к выхлопной трубе, датчики Dх и пьезо-электрический, могут по разному отображать сигнал пульсаций выхлопа.



Главное преимущество пьезо датчиков в их высокой чувствительности, но диапазона чувствительности каналов USB Autoscope вполне достаточно для того, чтобы отображать сигналы любых из перечисленных типов датчиков. Поэтому, усилитель для датчика Dх нужен только при работе со старой версией программы USB Осциллограф, которой сейчас мало кто пользуется.



Порядок проведения измерений следующий. Чтобы настроить осциллограф для просмотра сигнала пульсаций выхлопа или записи сигнала для последующего просмотра, можно выбрать двух каналный режим. Развертку установить 5...10 ms на клетку, в зависимости от величины холостых оборотов двигателя и ширины экрана используемого монитора, так, чтобы на экране помещались две метки искры цилиндра 1. Для USB Autoscope III / IV в панели настройки канала 1 лучше выбрать максимальный предел напряжений ± 6 V.



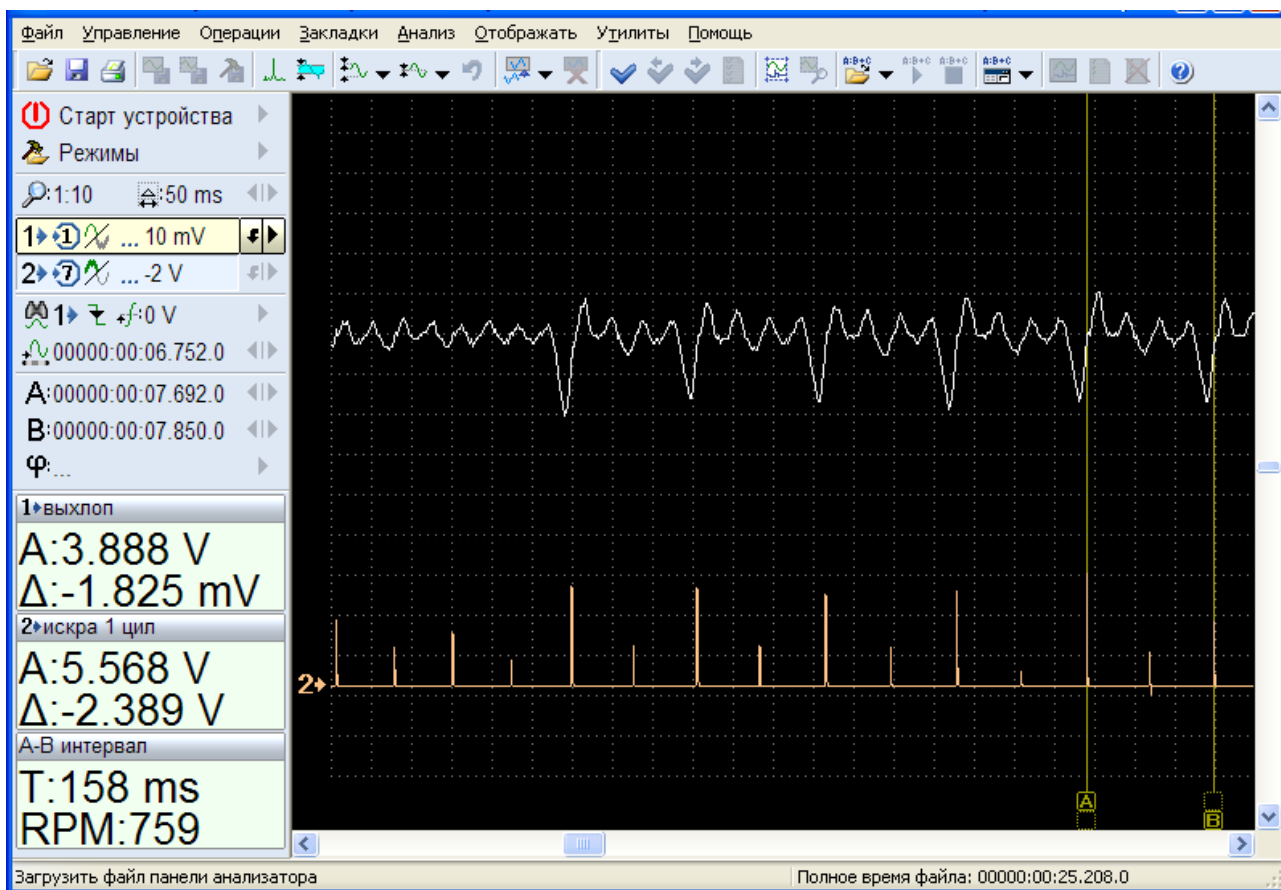
Затем нужно соединить датчик Dх со входом 1 USB Autoscope посредством удлинителя, через который от осциллографа к датчику будет поступать питание, а от датчика к осциллографу – сигнал. Такой удлинитель несложно изготовить самостоятельно, или можно приобрести у производителя осциллографа. При наличии обычного BNC-удлинителя его можно подключить к сигнальному кабелю датчика Dх, а питание подать от стандартной 9 V батарейки типа «Крона».



Если после подачи питания на датчик горизонтальная линия канала 1 выйдет за пределы экрана, то вернуть её в область отображения будет удобнее всего при помощи меню "Операции => Настроить сигналы".

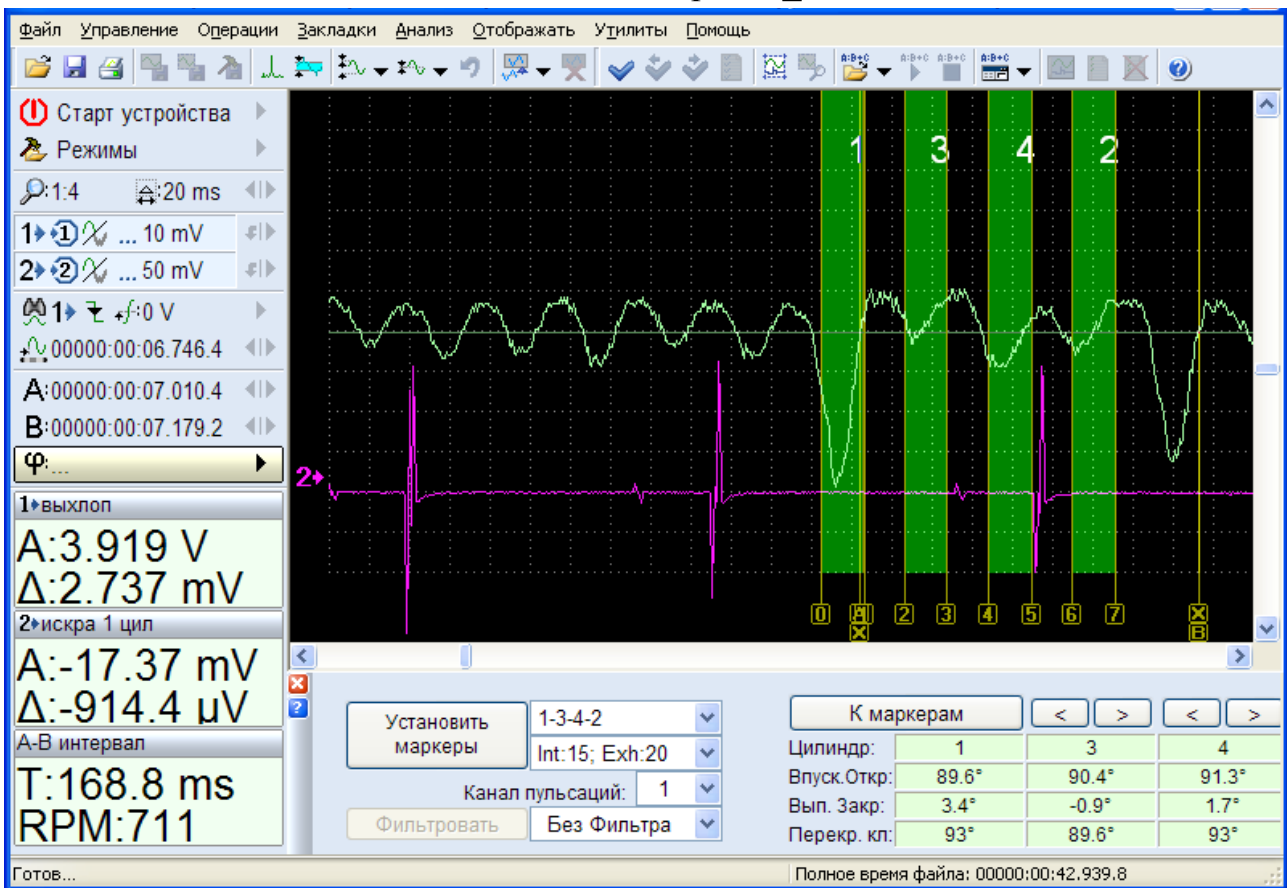
Второй канал необходим для визуальной привязки пропусков воспламенения к искре цилиндра 1. Для этого в панели канала 2 нужно выбрать аналоговый вход 7, и подключить датчик синхронизации на высоковольтный провод цилиндра 1. Если двигатель оснащён индивидуальными катушками зажигания, то можно воспользоваться индуктивным датчиком Lх из комплекта USB Autoscope.

Далее необходимо закрепить датчик Dх на выхлопную трубу и запустить двигатель автомобиля. На горизонтальной линии канала 1 должны присутствовать небольшие пульсации. Их количество между метками искры цилиндра 1 должно быть равным количеству цилиндров двигателя. Если эти пульсации выглядят недостаточно отчётливо, то можно вставить датчик немного глубже в выхлопную трубу.



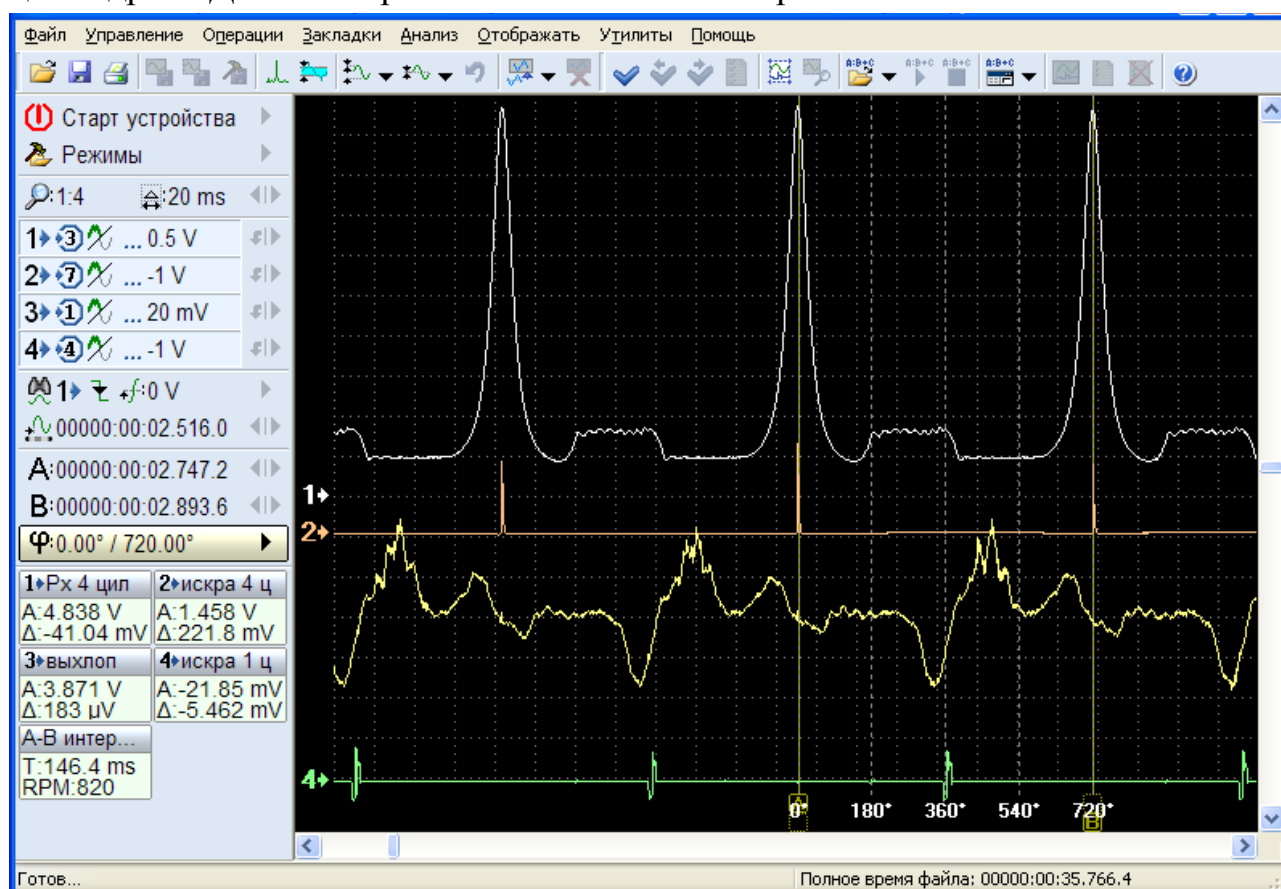
На первых порах с определением номера цилиндра, в котором возникают пропуски воспламенения, могут возникнуть трудности. Тогда можно отключить любой из цилиндров для появления на осциллограмме еще одного пропуска воспламенения от, теперь уже, известного цилиндра. Это поможет легко определить номер цилиндра с пропусками, если известен порядок работы цилиндров и номер искусственно отключенного цилиндра. С опытом, дополнительное отключение цилиндров может понадобиться только при анализе пульсаций в многоцилиндровых двигателях.

Для того чтобы осциллограф отображал на экране номера цилиндров, можно воспользоваться панелью анализатора Dx_Panel.



Несмотря на то, что эта панель предназначена для анализа пульсаций разряжения во впускном коллекторе, её можно использовать и для анализа неравномерности пульсаций на выхлопе. Чтобы порядок работы цилиндров соответствовал отображаемым на графике пульсациям, маркеры необходимо устанавливать не по меткам искры цилиндра 1, а посередине между этими метками.

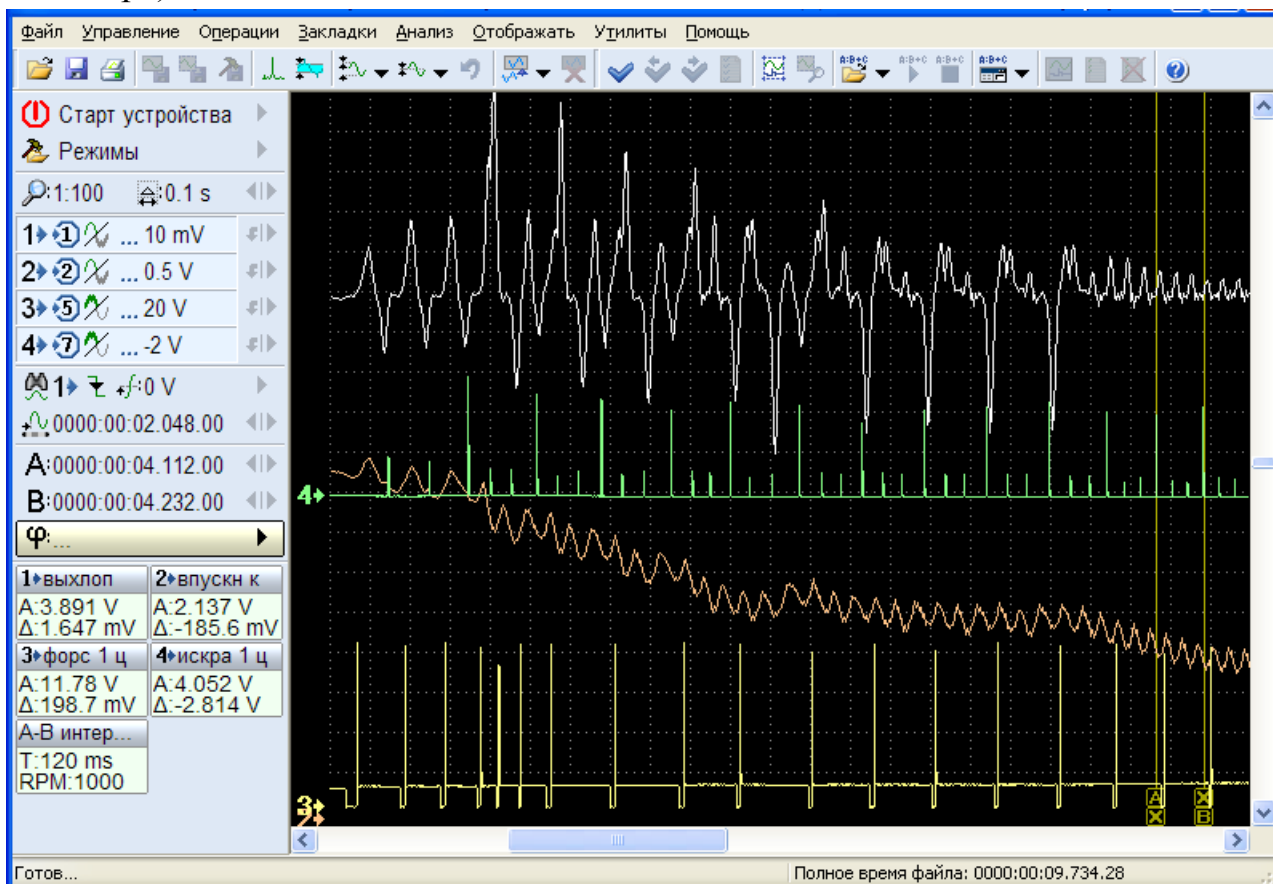
Для наглядности, чтобы лучше понять в какой момент на выхлопной трубе появляется пропуск воспламенения, приведена запись с дополнительным сигналом датчика давления в цилиндре P_x, вкрученного в свечное отверстие цилиндра 4. Двигатель работал на холостых оборотах.



Здесь хорошо видно, что момент появления пропуска воспламенения на выхлопной трубе отстаёт от начала такта выпуска примерно на 180° угла поворота коленвала. При этом, задержка на прохождение импульса по выхлопной трубе составляет около 30 ms. Поэтому, данный метод больше подходит для определения пропусков воспламенения на холостых оборотах двигателя.

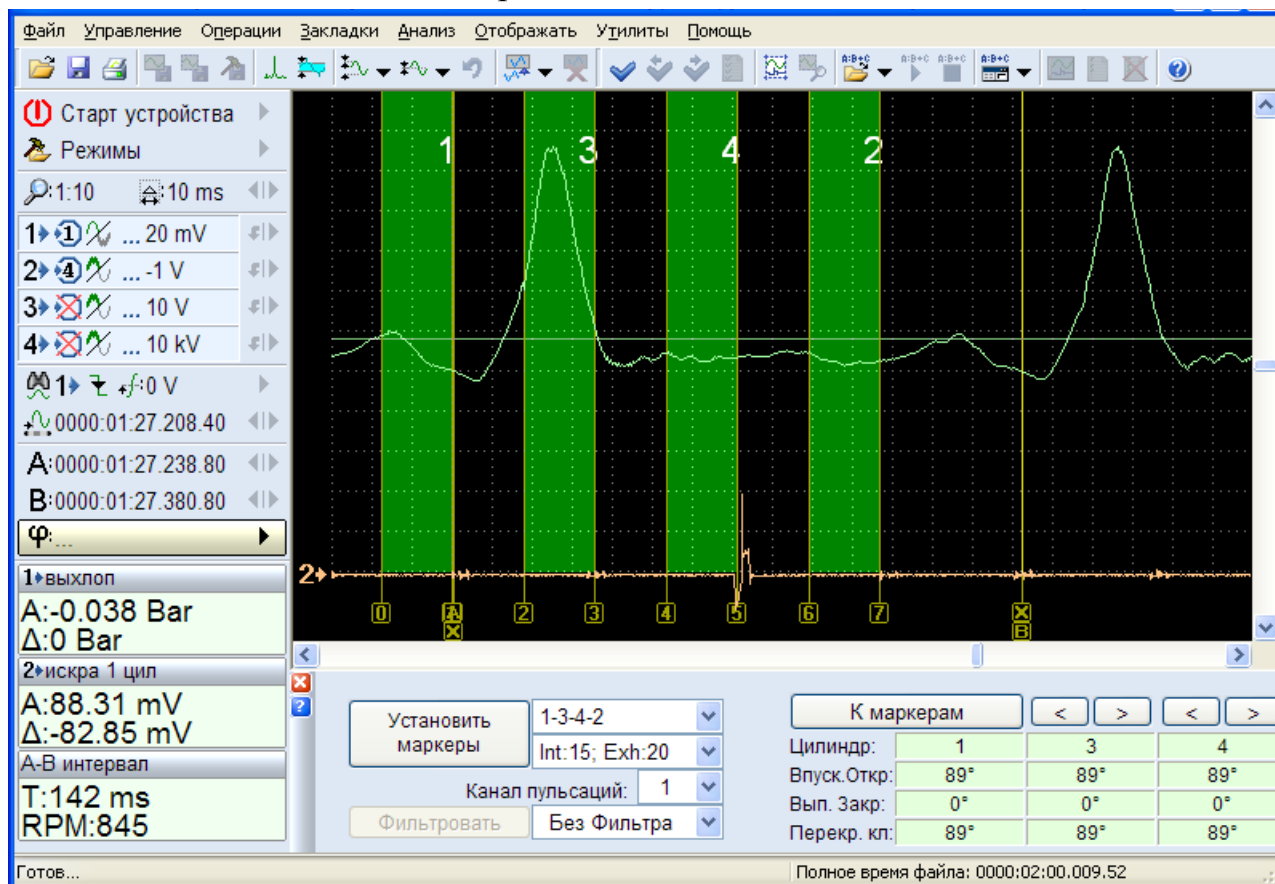
Несмотря на некоторые ограничения, этот метод не требует сложного подключения к автомобилю и хорошо подходит для экспресс диагностики. Позволяет выявлять цилиндры даже с единичными пропусками воспламенения. По нему можно легко определить – относятся ли пропуски воспламенения к строго определенным цилиндрам, или они имеют бессистемный характер (например, когда пропуски вызваны неправильным составом смеси). При поиске причины неисправности путём замены местами индивидуальных катушек или свечей зажигания, позволяет определить – переходит ли дефект в другие цилиндры. Помогает выявлять пропуски, появляющиеся на несколько секунд (к примеру, при проявлении дефекта сразу после запуска холодного двигателя).

При использовании 4-х канальной записи с дополнительными сигналами разрежения во впускном коллекторе и управления форсунками, можно получить еще больше информации для анализа причин неисправности. Для примера, рассмотрим 2 секунды записи при пуске 3-х цилиндрового двигателя Daewoo Matiz, которые позволили выявить пропуски воспламенения (по отрицательным импульсам, появляющимся синхронно с двумя цилиндрами, а затем синхронно только с одним цилиндром) и отклонения в работе клапанов одного из цилиндров (по положительным выбросам на выхлопе от одного цилиндра).



Основная проблема здесь – это пропуски воспламенения в цилиндрах 2 и 3 из-за износа свечей зажигания. Кратковременные отклонения в работе клапанов при запуске двигателя хоть и присутствовали, но на работу двигателя в штатных режимах они не влияли.

Запись пульсаций на выхлопе автомобиля Chevrolet Cruze помогла выявить причину неровной работы 4-х цилиндрового двигателя, который холодным запускался без каких либо нареканий, но через 40...60 секунд работы начинал «троить». После, небольшого прогрева, двигатель снова начинал нормально работать до следующего утреннего запуска. В блоке управления двигателем фиксировалась только ошибка P0300 – пропуски воспламенения в одном, или нескольких цилиндрах.



Следует заметить что номера цилиндров, показанные на приведенном выше графике пульсаций, не указывают на проблемный цилиндр, так как положительная полярность пульсаций на выхлопе указывает не на пропуск воспламенения, а на прорыв газов через выпускные клапана. Согласно порядку работы цилиндров, когда цилиндр 3 находится на такте выпуска отработавших газов, в цилиндре 4 происходит такт рабочего хода, когда газы могут прорываться в выпускную систему через неплотно закрытые выпускные клапана.

Андрей Бежанов