



В свое время немало критических стрел выпущено в адрес неправомерного противопоставления различных по назначению устройств [Engine Analyzer vs. OBDII Scan Tools](#). Диагностический сканер - устройство широкого назначения и обязательного применения при диагностике современного автомобиля. И не только как «калькулятора кодов неисправности», но и как устройства для активации различных исполнительных устройств и последующей проверки реакции датчиков и в целом системы на проводимые изменения. Вместе с тем иногда возникает необходимость в более узконаправленных и достаточно специфичных проверках. Например, иногда для проверки системы газораспределения двигателя необходимо «сверить» фазы импульсных сигналов датчиков положения коленвала и распредвала. И даже при так называемой «правильности меток» возможны ситуации несоответствия их сигналов. На рис. 1 показан такой пример несоответствия фаз (Δ) сигналов датчиков при «растянутой» цепи автомобиля Nissan X-Trail и только проверка графиков (осциллограмм) этих датчиков с помощью осциллографа мотор-тестера MotoDoc-II позволила полностью локализовать причину неисправности.

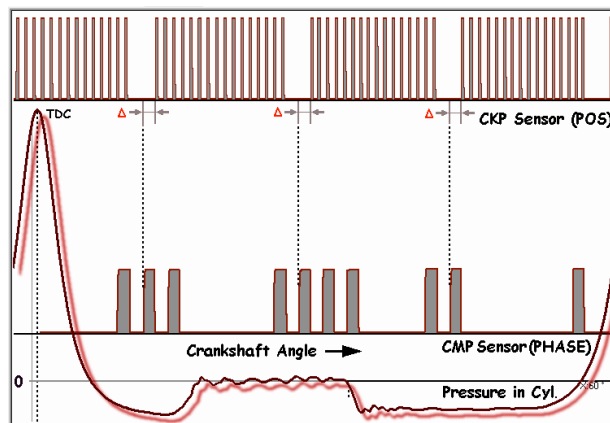


Рис. 1

Неимоверно возросшая сложность систем современного двигателя принуждает нынешних мотористов не ограничиваться привычными методами проверки состояний узлов и механизмов, но и применять различные электронные средства, в том числе и осциллографы. Практика показывает, что в нынешних условиях дополнительные диагностические приборы востребованы в различных ситуациях. Но при этом далеко не все техники «проходили» курс и практику радиотехнических измерений. Поэтому некоторые базовые понятия и конкретные примеры использования различных видов осциллографов будут полезны как для техников по ремонту двигателей, так и для исполнителей с небольшим пока багажом практических навыков.

Но вернемся к предмету обсуждения. Осциллограф как инструмент электрических измерений представляет собой прибор для визуализации форм сигналов, напряжений и других характеристик. Ранее его основным средством отображения была электронно-лучевая трубка, люминофор которой служил «экраном», и на котором просматривались отображения сигналов. В настоящее время им на смену пришли осциллографы на базе персональных компьютеров и ноутбуков. Но при этом основные функции и органы управления остались прежними. В начале рассмотрим назначение наиболее часто используемых «ручек».

Чувствительность по величине входного напряжения. Обычно задается в вольтах на одно деление (на «клеточку»), и определяет вертикальный масштаб видимого на экране изображения.

С помощью переключателя времени развертки, которым задается в единицах времени на одно деление, определяется длительность («размер по горизонтали») видимого на экране импульса напряжения. Регулировки «синхронизация», «уровень», «стабильность» определяют уровень запуска и другие параметры развертки канала «по горизонтали». В большинстве моделей используются различные виды синхронизации: «Внешняя», «От сети», «Внутренняя».

The Troubleshooting by Oscilloscope

С помощью регуляторов «вверх-вниз» (↑) и «вправо-влево» (↔) выбирается удобная для просмотра зона экрана.

Переключатель вида входного сигнала \cong/\sim позволяет отображать только переменную составляющую входного сигнала, что особенно востребовано при проверке пульсаций, например, напряжения бортовой сети автомобиля. Этот режим («закрытый вход») реализуется коммутацией последовательно входу осциллографа соответствующего конденсатора. Такое подключение входного сигнала (отображение только переменной составляющей) бывает причиной некоторого недоумения части пользователей в ситуациях, когда заведомо прямоугольный импульсный сигнал отображается на экране в виде неких «волн» (рис.2), что обычно делает дифференцирующая цепь с плохо подобранными параметрами. Это связано с понятием «постоянная времени RC-цепи», которое определяется произведением величины входной емкости на значение входного сопротивления устройства ($\tau=R \cdot C$). Суть этого параметра состоит в том, что емкость не может зарядиться (и разрядиться) мгновенно и этот процесс описывается обычной экспонентой (рис. 3-1) и «схема» 1* - есть простейший интегратор напряжения.

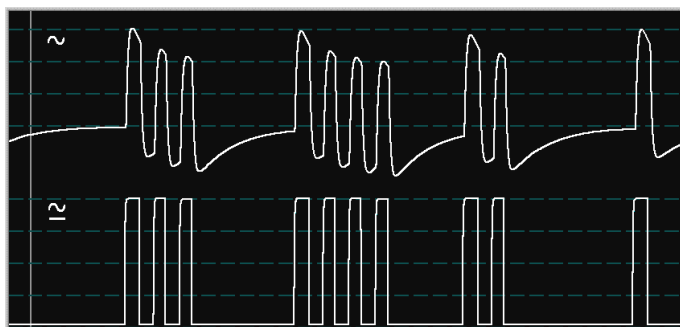


Рис.2

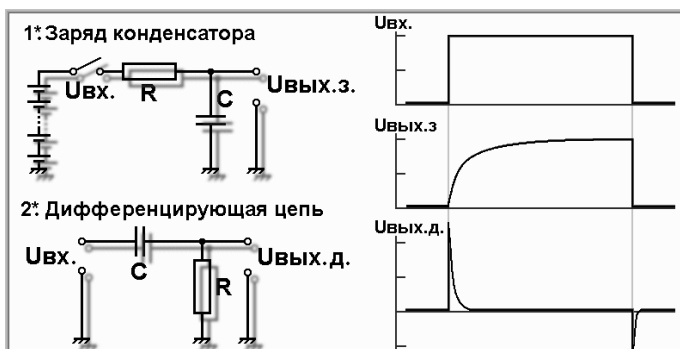


Рис.3

RC-цепь используется и в так называемой дифференцирующей цепочке (2*), к свойствам которой мы будем вынуждены вернуться в примерах анализа осциллограмм датчика пульсаций разрежения во впускном коллекторе двигателя.

Осциллографы на базе персональных компьютеров.

Лет двадцать назад начались первые попытки использования возможностей персональных компьютеров (PC) для создания компьютерных осциллографов. Но вначале были определенные технические трудности, так как многоканальные аналого-цифровые преобразователи (АЦП) выглядели такими монстрами сложности (фото 1). Тем не менее, создание на их основе анализаторов двигателя значительно расширило «палитру» диагностики и позволяло сделать проверки более «интеллектуальными» (рис. 4) и проверять не только «мгновенное значение» параметров, но и графики их изменения во времени ([PC-based System Analyzer](#)).



Фото 1

Современные быстродействующие многоканальные преобразователи вместе с «обвесом» вполне могут уместиться в спичечном коробке и на их основе несколько фирм выпускают автомобильные осциллографы (Labscope) на базе PC, измерительная часть которых размещена в отдельном небольшом блоке.

Лидирующие позиции в этом сегменте PC-based осциллоскопов занимает продукция [Pico Technology](#) (фото 2), выпускающаяся с 1991 года. Достойны аналогичные устройства [EASE PC Scope](#), [Escope](#). Среди отечественных производителей и фирм стран ближнего зарубежья следует отметить отечественную [InjectorService Ltd.](#) (Autoscope-II, -III) и российскую [Quantex Ltd.](#) (ModDoc-II, -III), приборы которых максимально соответствуют потребностям отечественных автотехников. Надежность, развитые функциональные возможности, высокая надежность, приемлемая цена, отсутствие языковых проблем и возможность оперативной техподдержки делают их устройства должной альтернативой западным аналогам.

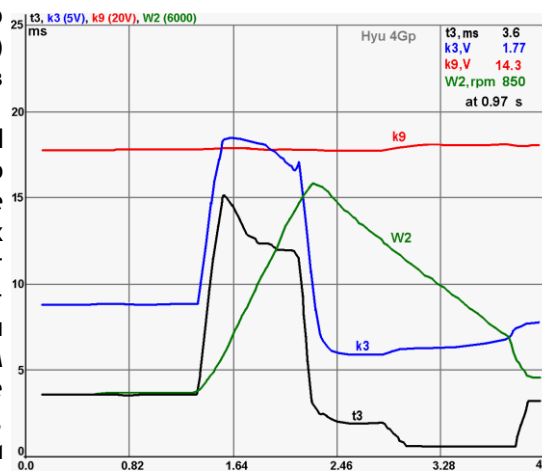


Рис.4

The Troubleshooting by Oscilloscope

Цифровые осциллографы (Digital Lab Scopes) обычно имеют меньшую полосу пропускания и относительно низкую разрешающую способность дисплея. Но такие плюсы как простота использования и минимальное время подключения позволяют использовать эти устройства в каждодневной работе. Особенно для проведения экспресс-проверок датчиков и подсистем автомобилей. Привлекают внимание VantagePRO (Snap-on), Solarity (OTC) и другие.

Естественно, что радиолюбительские поделки с полосой пропускания 10-20 кГц не рассматриваются, так как предназначены для пытливых умов пионерского или пенсионерского возраста. И кроме раскрашенного интерфейса пользователя ничем не привлекательны.

Описание стенда.

Для проведения описанных ниже проверок использовались обычный осциллограф C1-73, анализатор двигателя MotoDoc-IIm (quantexlab.ru) (фото 3) и осциллограф USB Autoscope II (фото 4)) (injectorservice.com.ua). Хотим особо отметить, что перед авторами не стояла задача сравнительного анализа этих устройств. Их использование при той либо иной рассмотренной проверке предназначено быть примерами, которые иллюстрируют возможности различных методов измерения параметров. Кроме этого, учитывая специфичность и сложность некоторых проверок, был сделан специализированный стенд (фото 5) для проверки параметров форсунок и возможностей различного оборудования. Займем немного времени читателей его описанием.

В его основу положен фрагмент так называемой топливной рампы, в которую обычно устанавливаются форсунки. Для экономии места, в ней оставлены только два посадочных места. Для оперативной проверки давления в системе используется стрелочный манометр. Форсунки управляются автономным генератором с переменной частотой и регулируемой длительностью импульсов управляющего напряжения на основе простейшего [таймера 555 \(1006ВМ1\)](#) и мощного полевика - своего рода Injector Driver. Регулятор и демпфер давления достались «по наследству» и повода для их удаления не было.

В состав стенда кроме ноутбука включены следующие «девайсы», которые могут быть использованы и при проверке навесного оборудования и датчиков реального автомобиля:

- электронный датчик давления, который используется для ввода значения этого параметра в PC



Фото 5

- вакуумный насос с ресивером и клапаном VSV для имитации пульсаций разрежения
- датчики разрежения различных производителей
- датчики пульсаций разрежения различной конструкции
- Датчики «звуков/стуков/бряков/грюков»; -), в том числе, акустический, электромагнитный, пьезоэлементы

Задействованы и промышленные приборы:

- осциллограф (C1-73)
- частотомер (ЧЗ-63)
- генератор (Г6-28)
- «токовые клещи»
- источник питания
- другие измерительные приборы и приспособления

Некоторые «девайсы» этого стенда описаны в этой статье «[Only Scan Tools?](#)». Подробнее новые «поступления» самодельных устройств рассмотрены в описаниях проверок с их использованием.

А теперь займемся примерами конкретного применения осциллографа при определении некоторых характеристик навесного оборудования инжекторной системы автомобиля.

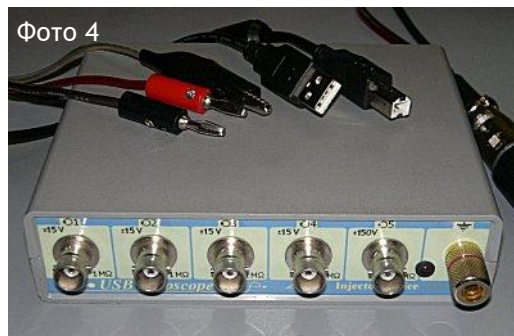
Фото 2



Фото 3



Фото 4



Управление топливной форсункой.

В начале небольшое пояснение столь повышенного интереса к проверяемому сабжу. С одной стороны все чаще качество топлива наших автозаправок вызывает большое сомнение. С другой стороны состояние форсунок - одна из определяющих причин повышенного расхода, «рыхлого холостого хода», различных неприятных симптомов при ускорении и т.п. Ну а с третьей стороны, это то, что иногда экзекуция по очистке форсунок является причиной последующих проблем с автомобилем. Кроме этого, на части современных двигателей снятие форсунок достаточно трудоемкая, а как следствие, - дорогостоящая операция. Поэтому, определение степени загрязненности «по приборам», а не визуально - «дорого стоит». И вопрос определения их параметров ДО манипуляций по очистке, а иногда и необходимое сравнение с последующим состоянием, может быть объективным аргументом востребованности этой процедуры.

Фото 6



Небольшое примечание о способе измерения тока форсунок. Понятно желание серьезных производителей оснастить свои диагностические системы «взрослыми» датчиками (слева линейный датчик тока [Honeywell](#)). Но иногда это желание перехлестывает через край. Совершенно непонятно зачем в качестве датчиков тока форсунок «строить преобразователь тока на основе, например, линейных датчиков тока с выходом по напряжению». Классические основы измерения электрических величин советуют максимально использовать «прямые измерения», что позволяет избежать погрешности дополнительных преобразований. Тем более что в данном случае все решается намного проще, если использовать измерительное сопротивление, установленное последовательно с обмоткой форсунки. Обеспечив необходимое условие его использования - намного меньшее сопротивление по сравнению с её сопротивлением, с помощью осциллографа можно измерять и анализировать падение напряжения на нем, которое однозначно и максимально точно будет определяться током, протекающим через форсунку. То есть с помощью элементарного закона Ома, зная номинал сопротивления и падение напряжения на нем, легко рассчитывается ток. Любителям повышенной точности измерения можно рекомендовать использование тарированного стандартного 10-амперного шунта. Поэтому применение же относительно недорогих (более 20USD) электромагнитных датчиков тока, в том числе CSLA или Vektrex, на наш взгляд несколько надуманно. Высокое быстродействие (менее 3 мсек), точность (0.5%), малый вес и габариты скорее нужны для лабораторных исследований высокоточных радиотехнических цепей, чем при проверке тока через форсунки. Что ни говори, но просто 1% резистор C5-16 (фото 7) с сопротивлением на два порядка меньше чем у форсунки не требует источника питания и также на порядок дешевле «фирменных изысков». Сделать «переходник», вставляемый между разъемом проводки и разъемом форсунки - под силу любому мастеру. Не говоря о том, что его себестоимость несколько десятков гривен намного меньше денег необходимых для покупки «токовых клещей», которые сами по себе вносят доп. искажения. Хотя конечно для анализа тока стартера такие устройства с верхней границей измеряемого тока до нескольких сотен ампер - вполне применимы. Так как «гасяк» соответствующей мощности и номинала не всегда доступен.



Фото 7

А теперь собственно о сабже. Как общеизвестно ([статья с описанием инжекторной системы](#)), электромагнитные форсунки предназначены для дозированной подачи топлива в двигатель и управляются компьютером, который с помощью мощных транзисторов своих оконечных каскадов изменяет время (длительность) их открытого состояния.

Форсунки отличаются конструкцией, способом крепления и подключения к топливной магистрали. На фото 7: 1- Galley Type, 2- O-Ring/Grommet, 3 -Hose Style, траекторией распыления топлива, количеством отверстий (от 1 до 12) и производительностью, индуктивностью и электрическим сопротивлением обмоток.



Но объединяет их всех то, что под воздействием управляющего напряжения в обмотке форсунки возникает электрический ток, который создает электромагнитное поле, заставляющее перемещаться шток с запорной иглой (фото 8). После прекращения подачи напряжения **под воздействием возвратной пружины** он возвращается «на исходную позицию» и надежно перекрывает седло форсунки, тем самым, прекращая подачу топлива. Для улучшения управляемости на затылке иглы находится (размещен) цилиндр из магнитомягкой стали с малой остаточной магнитной индукцией.



Среди целей создания стенда было не только иллюстрация что и как проверяется с помощью осциллографа при анализе исправности форсунок, но и перепроверка некоторых существующих «постулатов» практики диагностики. Кроме этого, предприняты попытки разработки некоторых предположений по оценке загрязненности форсунок посредством анализа характерных точек графиков измерения напряжения и тока оных.

Поэтому рассмотрим осциллограммы подробнее, поскольку в них есть некоторые характерные «изломы», которые привлекают внимание.

Некоторые необходимые пояснения. Обычно с помощью осциллографа проверяется напряжение на обмотке форсунки. Причем чаще всего один щуп подключается к контакту, а второй - с «минусу» автомобиля. Возможно подключение к обоим контактам форсунки. При этом управляющее напряжение и протекающий в ней ток выглядят так (Рис. 5). Кстати, на этом графике заметно, что по мере его роста увеличивается падение напряжения на выходном транзисторе БУ. Значительный выброс напряжения объясняется индуктивными свойствами обмотки форсунки и вызывается её типичной реакцией («противо-э.д.с.») на прекращение протекания тока из-за закрывания транзистора

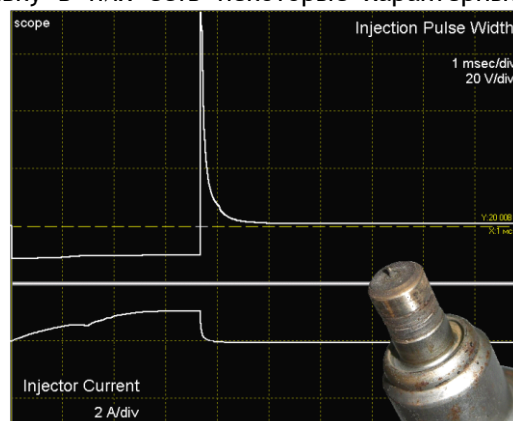


Рис. 5

выходного ключа управления. И никак не из-за «опускания иглы» как утверждают иные авторы

На рисунке 6 показаны характерные точки графиков¹ изменения управляющего напряжения и тока через форсунку. Оба графика характеризуются следующими параметрами и характерными точками своих кривых:

-Длительность открытого состояния (Injection Pulse Width) форсунки - напряжение, которое формируется блоком управления (БУ).

-Величина тока форсунки (Injector Current).

-Реальное время подачи топлива (Injection Duration, Response Time) - время подачи топлива, то есть время, в течении которого форсунка открыта.

-Время полного перемещения иглы при открывании (Time to Open-Up) принято определять по точке А графика тока, которая соответствует окончанию её перемещения «вверх». Момент полного закрытия форсунки (to Close-Up) определяется по изгибу графика напряжения на форсунке. Точка В - момент возврата иглы в исходное состояние под воздействием пружины. Этот параметр определяется типом и конструкцией форсунки.

При подключении к обоим контактам форсунки «картинка» изменится, так как осциллограф будет показывать падение напряжения на форсунке, а не ее напряжение управления. Но суть графика останется прежней. То есть в первом случае производятся измерения относительно «массы», а во втором - относительно положительного напряжения, от которого она запитана. Обычно это напряжение бортовой сети. Особый интерес вызывает совершенно простая по реализуемости проверка тока форсунки.

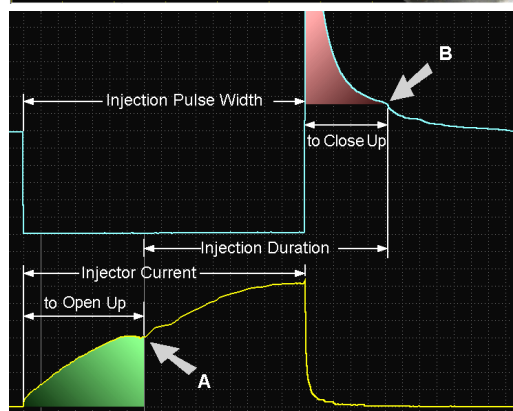


Рис. 6

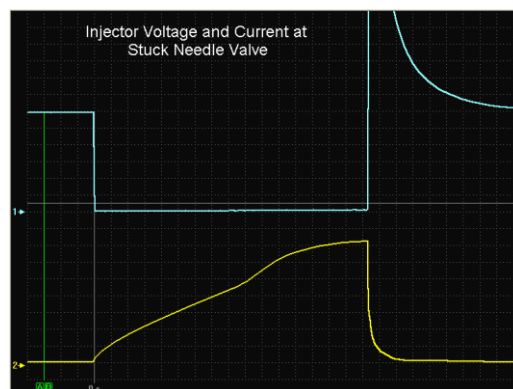


Рис. 7

¹ Используются и другие алгоритмы формирования напряжения управления форсунками

Напомним, что последовательно с одним из проводов устанавливается резистор достаточной мощности с намного меньшим сопротивлением по сравнению с обмоткой форсунки. Возникающее на нем падение напряжения анализируется с помощью осциллографа. На этом рисунке - типичный график изменения тока форсунки. На рис. 8 показаны графики при заклинившей форсунке (Stuck Needle Valve). Обращает внимание полное отсутствие характерных точек изгиба. При этом присутствует т.н. «выброс», что в очередной раз опровергает «версию» неопытных специалистов о том, что его причина - перемещение иглы форсунки.

В силу того, что форсунка является электромеханическим устройством, то некоторые её параметры определяются не только электрическими характеристиками. Например, скорость (время) реакции на управляющее напряжение зависит не только от индуктивности обмотки, но и от массы штока, величины «рабочего хода» и от упругости возвратной пружины. Поэтому полное открывание происходит с некоторой задержкой относительно переднего фронта и заднего фронтов импульса управления. Но как бы там не было, при разработке ПО компьютеров управления инжекторных систем их производители учитывают эту временную задержку реального срабатывания (открывания-закрывания) иглы конкретного типа форсунок. Наша же задача, определить значимые параметры и попытаться найти «систему» в их зависимости от состояния форсунки.

Внутренние смолистые отложения и прочая «грязь» вносят дополнительные коррекции этого параметра.

Особенно это заметно на форсунках, ход иглы которых составляет несколько десятков мкм.

На рис. 8 показана «реакция» форсунки на имитацию загрязненности зоны движения иглы со стороны положения полного открывания. При этом время перемещения «вверх» увеличилось ($\Delta 1$) с 1.4 до 1.84 мсек. «Точка» полного возврата в исходное состояние сместилась в сторону уменьшения времени опускания (смещение $\Delta 2$ с 1.0 до 0.72 мсек.).

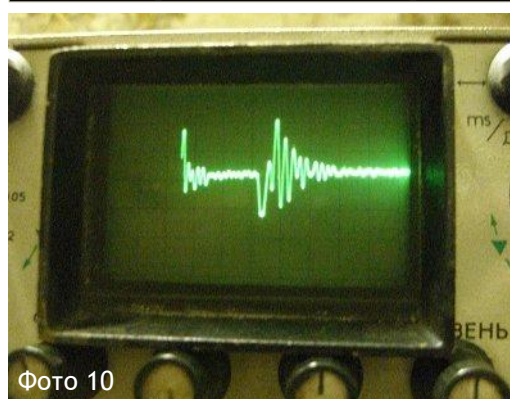
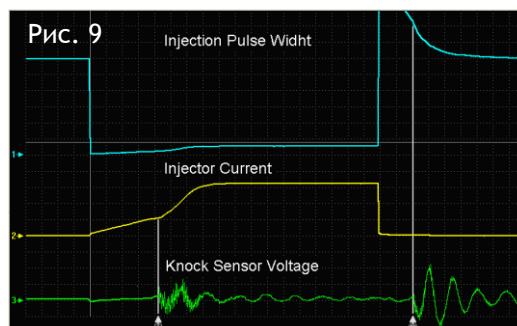
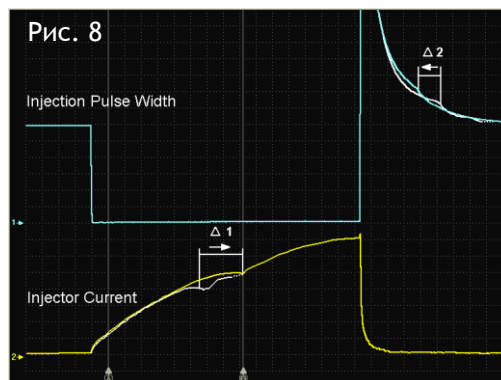
Проверка различных способов определения времени перемещения иглы.

Для иллюстрации возможностей «осциллографического контроля» проверены другие способы определения времени перемещения иглы. Например, с помощью обычного датчика детонации (ДД, Knock Sensor) и электронного акустического Stethoscope, которые размещались непосредственно у корпуса форсунки. Оказалось, что с их помощью при известной точности возможно определение времени перемещения иглы.

На фото 10 показано как выглядит осциллограмма напряжения ДД на экране обычного осциллографа. При использовании внешней синхронизации развертки (от напряжения на форсунке) это время можно измерить. На рисунке 9 скрин осциллограммы ДД на экране компьютерного осциллоскопа. Скрин планшетного VantagePro на фото 9.

Самая неприятная новость состоит в том, что неоднократная проверка форсунок до и после очистки не выявила значительных изменений (смещений) рассмотренных выше характерных точек. Да, улучшалось качество «распыления», повышалась их производительность, звук открывания становился более звонким. Но «по (осциллографическим) приборам» изменения составляли примерно 3-5%.

Поэтому напрашивается следующий вывод. С учетом понятного разброса этого параметра в зависимости от типа форсунки, судить о состоянии форсунки по времени перемещения иглы практически невозможно.



Заодно выяснилось, что эта установка имеет «самостоятельное художественное значение» для проверки производительности и «факела распыла» топлива. Поэтому этот достаточно простой стенд можно использовать для такой весьма востребованной технологической операции, как промывка форсунок (фото 11).

Но вернемся к теме осциллографов и рассмотрим Vantage PRO.

Совершенно понятно, что огромное количество данных получаемых с помощью диагностических сканеров иногда не может заменить так называемые инструментальные проверки значений параметров конкретных датчиков, измерение напряжений и токов, просмотр осциллограмм их изменений во



Фото 11

времени. И которые когда-нибудь позволяют значительно повысить точность диагноза или его вероятность.

Для этого вполне применим, а некоторых ситуациях даже рекомендуем малогабаритный цифровой графический мультиметр/2-лучевой осциллограф **Vantage PRO**. Мало того, что это устройство является лауреатом престижного перечня лучшего оборудования для авторемонта (Top 20 Tools) 2005 года, но и действительно обладает рядом преимуществ, позволяющих рекомендовать его для повседневной работы. Но все по порядку. Возможно его использование в качестве

- графического и цифрового мультиметра с различными дополнительными функциями,
- 2-канального цифрового осциллографа с запоминанием,
- специализированного стенда проверки систем зажигания, параметров первичного и вторичного напряжения,

- измерителя давления и разрежения в различных системах двигателя,
- анализатора специфических параметров исполнительных устройств и датчиков
- справочно-информационной базы.

Перечень технических характеристик занимает несколько листов, но можно выделить такие параметры:

- более 8 миллионов выборок в секунду (samples/sec)
- 12-битовое преобразование
- высокая точность измерения, в зависимости от параметра и диапазона от 0.5 до 1.5%

-большой объем буфера данных, например, при развертке в 50 мксек в нем сохраняется до 262,000 значений для каждого канала. И все они соответствуют реальным возможностям прибора.

Например, на рисунке 10 показано как выглядит последовательность импульсов с периодом повторения чуть более 4 мксек (!). Вполне достаточная разрешающая способность и быстродействие преобразования. На следующем рисунке показано как выглядит напряжение ДД при описанной выше проверке времени перемещения иглы форсунки (Рис. 11). Более чем достаточные данные для анализа и такого специфического параметра. Другими словами, Vantage PRO соответствует требованиям даже весьма опытных техников СТО.

Особенно полезна для большинства пользователей и, особенно для новичков диагностики встроенная база данных Component Tests, с помощью которых доступна самая разнообразная информация о системах десятков автобрендов, описания устройства и методик проверки практически всех датчиков и других компонентов с учетом особенностей европейских и азиатских автопроизводителей. Эта информационная база оперативно подскажет правила проверки тех либо иных датчиков, их расположение и схему подключения, вплоть до цветов проводов электропроводки.

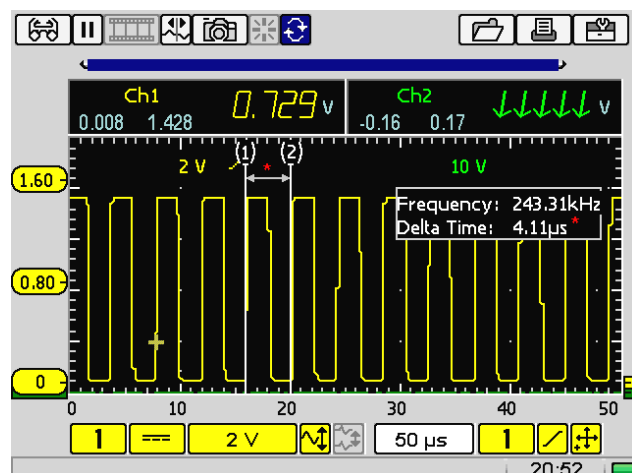


Рис. 10

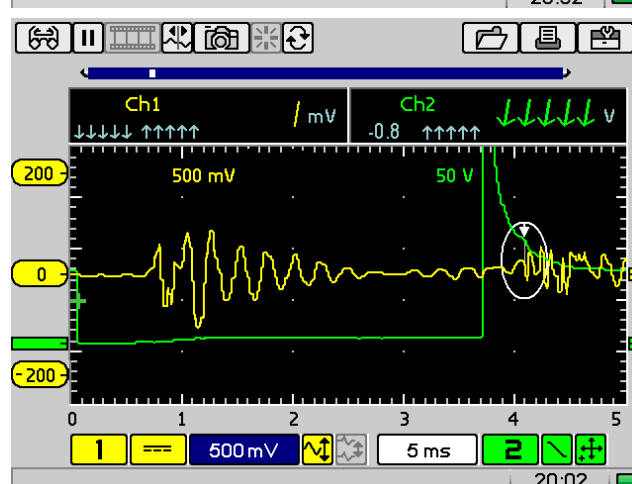


Рис. 11

В её памяти содержатся описания более 4 000 основных тестов компонентов автомобильных систем и более 15 тысяч расширенных тестов для автомобилей, начиная с 1983 года выпуска. Кроме этого, под руками осциллограммы исправных датчиков и примеры типичных неисправностей. На рис. 12 пример экрана фрагмента информационной поддержки проверки компонентов (датчика положения др. заслонки).

Реальная практика использования устройства Vantage PRO убедительно подтверждают заявленные производителем характеристики.

На рисунке 13 показаны результаты проверки датчика положения электронной дроссельной заслонки (TPS) автомобиля Toyota Matrix 2006 г.в., с помощью которых была подтверждена версия о неисправности одного из датчиков Холла.

На рисунке 14 пример проверки тока топливной форсунки, при которой можно определить время перемещений иглы при открывании, что весьма полезно при анализе причин повышенного расхода топлива.

Возможности сохранения получаемой информации позволяют создавать пользовательскую базу данных «поведения» исправных и неисправных компонентов. И как следствие, появляется реальная возможность повышения собственной квалификации и приобретения должного опыта.

Достаточно весомым аргументом использования Vantage является его мобильность, быстрота подключения и наличие автономного питания. Все это позволяет повысить производительность и сократить время поиска неисправности и ремонта. А в наше время - это весьма убедительные факторы.

Немаловажным аргументом является то, что в комплект поставки включены практически все необходимые дополнительные датчики и приспособления. Кроме этого, возможно приобретение десятков дополнительных.

В качестве замечания можно указать пожелание увеличения размера экрана и использования функции Touch Screen.

К сожалению, размеры статьи не позволяют рассмотреть в ней возможности проверки систем

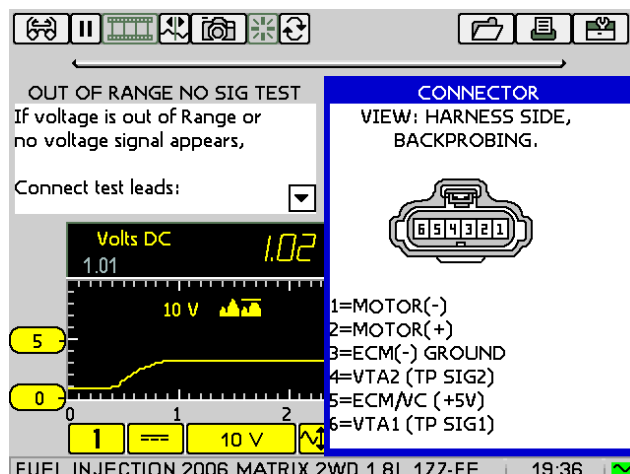


Рис. 12

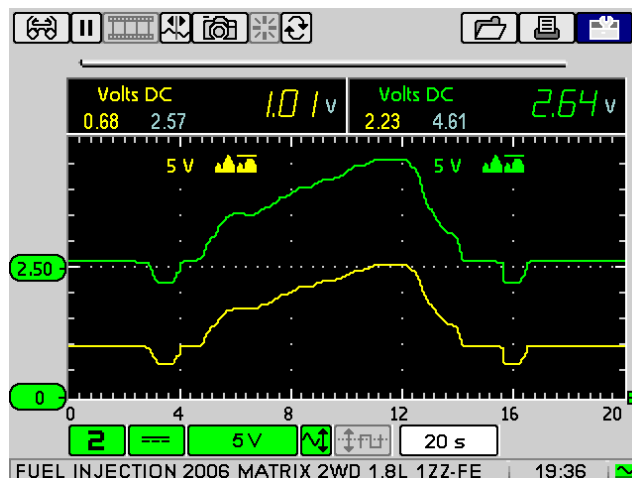


Рис. 13

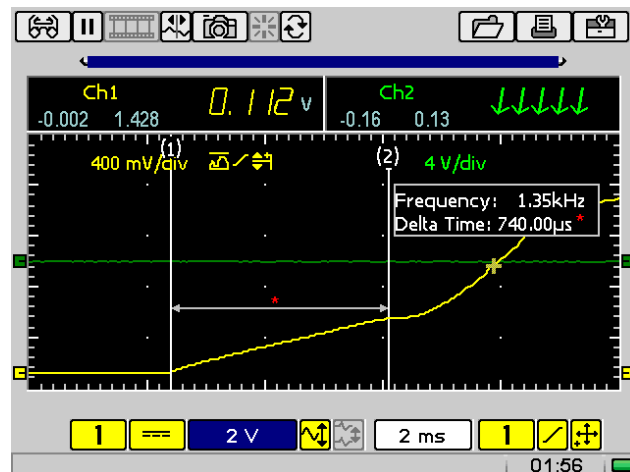


Рис. 14

зажигания. Но надеемся, что в этот пробел будет ликвидирован в одной из следующих. В которой среди прочего будут рассмотрены и осциллографические способы проверки характеристик датчиков пульсаций разрежения.

Обращаю внимание, что само по себе прочтение этой статьи не увеличит количество зарабатываемых денег. Но понимание возможностей современного диагностического оборудования будет способствовать расширению кругозора. Полноценное использование всех возможностей - повысить отдачу вложенных в покупку средств. И позволит избежать противопоставления этих различных по своему назначению устройств, как впрочем, и различных методик диагностики. И тем более, считать одни методы полноценной «альтернативой» другим.

Диагностических средств и методов проверок - много не бывает, а якобы «оптимальность» сценария поиска неисправностей иногда определяется выработавшимися субъективными стереотипами и привычками, а иногда и заблуждениями...

2008-2012
V. P. Leshchenko

А ты посещаешь
[Курсы обучения автодиагностике](#)
и
наши [Вебинары](#)



Другие статьи о практике диагностики и ремонта в этой страничке:
“*Articles of the Month*” (by al tech page in <http://alflash.com.ua/story.htm>)