

СРЕДСТВА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ

**Компьютерный комплекс
МОТОР-ТЕСТЕР МТ10КМ
с программным обеспечением
МТ10 и блоком автомобильной
диагностики АМД-4АКМ**

MT5M01AM0411-A8

СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ	3
2. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ	4
2.1 Назначение входов и подключение кабелей и датчиков	4
3. РАБОТА В РЕЖИМЕ ОСЦИЛЛОГРАФА И САМОПИСЦА	9
3.1 Виды синхронизации	10
4. РАБОТА В РЕЖИМЕ МОТОР-ТЕСТЕР	13
4.1 Диагностика АКБ и генератора	16
4.2 Диагностика системы предпускового разогрева дизельных двигателей	18
4.3 Диагностика состояния цилиндропоршневой группы	19
4.3 Диагностика системы зажигания	30
4.4 Измерение угла опережения зажигания.....	44
4.5 Измерение разрежения и пульсаций давления во впускном коллекторе	45
4.4 Диагностика системы питания дизельных двигателей	47
4.6 Диагностика датчиков	59
4.7 Диагностика исполнительных механизмов	60

1. Введение

Диагностический комплекс **Мотор-Тестер МТ10КМ** с использованием блока автомобильной диагностики **АМД-4АКМ** позволяет эффективно выявлять неисправность в следующих системах:

Система зажигания бензиновых двигателей

- Определение состояния свечей и свечных проводов (нагары, обрывы, пробой).
- Определение режимов работы и неисправностей катушки зажигания (межвитковые замыкания, контроль правильности подключения, пробой).
- Диагностика коммутатора и датчика Холла.
- Просмотр характеристики работы центробежного регулятора (график зависимости угла опережения зажигания от оборотов).
- Определение углов опережения зажигания (без стробоскопа или с ним).

Система топливоподачи бензиновых двигателей

- Электрическая проверка топливных форсунок (межвитковые замыкания обмоток форсунок, длительность фазы впрыска и т.д.).
- Проверка работы датчиков (температуры, положения дроссельной заслонки, датчика кислорода, датчика массового расхода воздуха и т. д.).
- Проверка работы исполнительных механизмов (регулятора холостого хода и т.д.).
- Определение состава выхлопных газов путем подключения внешнего газоанализатора.
- Определение вклада цилиндров путем отключения зажигания.

Система топливоподачи дизельных двигателей

- Диагностика состояния ТНВД и форсунок по характеру кривой пульсаций давления в топливных трубках.
- Определение углов впрыска (без стробоскопа или с ним).
- Просмотр характеристики работы центробежного регулятора (график зависимости угла впрыска от оборотов).
- Электрическая проверка каналов управления топливными форсунками.

Система предпускового разогрева дизельных двигателей

- Диагностика электрических цепей свечей накала или запальной свечи.

Система газораспределения

- Оценка относительной компрессии по цилиндрам в режиме стартерной прокрутки.
- Измерение компрессии в динамике (на работающем двигателе) и в режиме прокрутки.
- Определение правильности установки ремня ГРМ.
- Контроль работы клапанов.

Система питания и зарядки

- Проверка работы генератора и системы зарядки аккумулятора (выходное напряжение и ток генератора с возможностью определения неисправностей выпрямительных диодов, реле-регулятора, зависания щеток и т.д.).

Дополнительные возможности

- Работа в режиме многоканального самописца или осциллографа с возможностью синхронизации от любого из каналов или от специальных каналов синхронизации (датчика положения коленчатого вала (ДПКВ), датчика верхней мертвой точки (ДВМТ) или индуктивных клещей в качестве датчика первого цилиндра). Одновременное отображение до 8 каналов на экране с возможностью записи.

2. Подготовка к работе

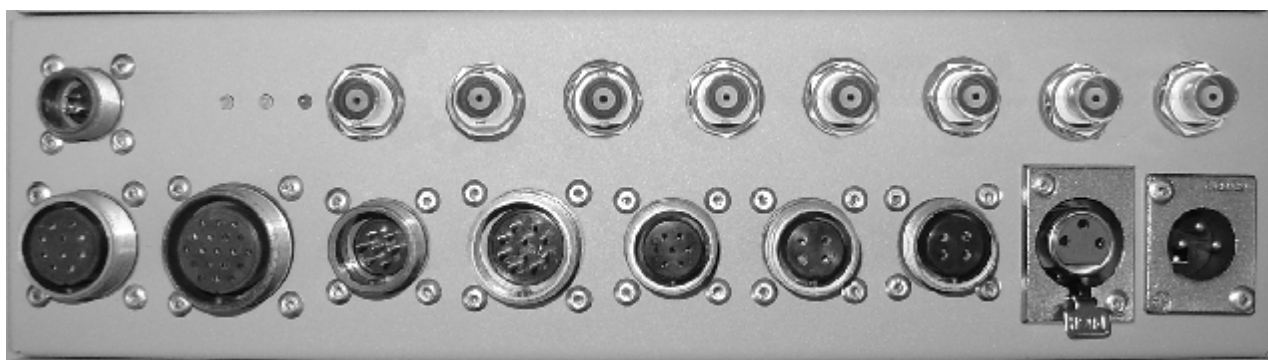
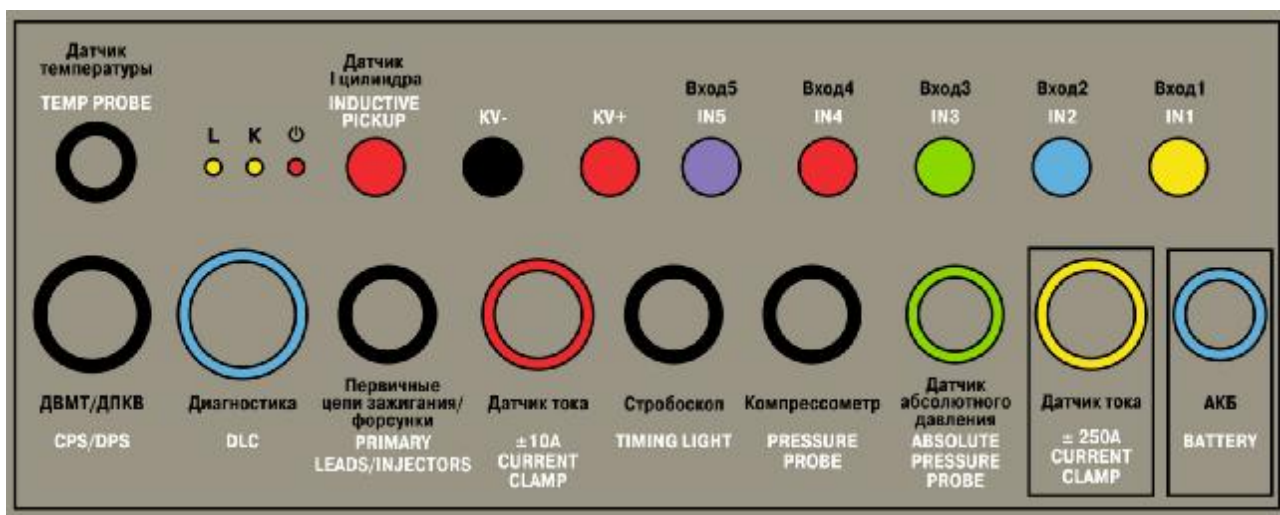
ВНИМАНИЕ!

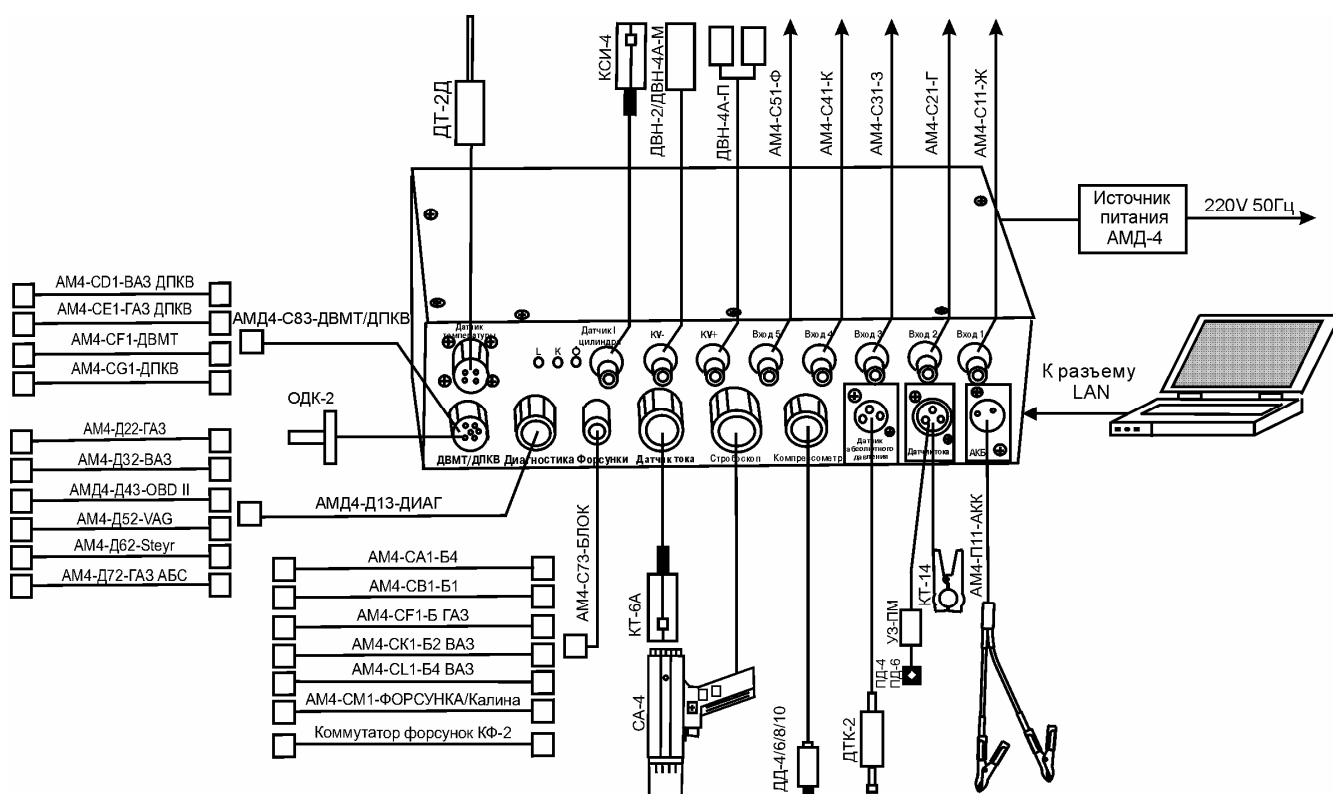
ВЫВОДЫ КАБЕЛЕЙ СНАЧАЛА ПОДКЛЮЧАЮТСЯ К БЛОКУ АМД-4АКМ, А ЗАТЕМ К АВТОМОБИЛЮ!

ВО ИЗБЕЖАНИЕ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ КЛЕЩИ, ПОДКЛЮЧАЕМЫЕ К ВЫСОКОВОЛЬТНЫМ ЦЕПЯМ ЗАЖИГАНИЯ, ТАКЖЕ ДОЛЖНЫ СНАЧАЛА ПОДКЛЮЧАТЬСЯ К БЛОКУ АМД-4АКМ, А ЗАТЕМ К АВТОМОБИЛЮ!

ВСЕ ПОДКЛЮЧЕНИЯ К СИСТЕМЕ ЗАЖИГАНИЯ ПРОИЗВОДИТЬ НА ЗАГЛУШЕННОМ ДВИГАТЕЛЕ!

2.1 Назначение входов и подключение кабелей и датчиков





Входы «Вход1-Вход5 (IN1-IN5)»

Универсальные аналоговые входы с высоким входным сопротивлением предназначены для подключения к низковольтным цепям ЭСУД – к датчикам, исполнительным механизмам, первичным цепям системы зажигания.

Для подключения используются кабели-пробники: **АМ4-С11-Ж**, **АМ4-С21-Г**, **АМ4-С31-З**, **АМ4-С41-К** и **АМ4-С51-Ф** (желтого, голубого, зеленого, красного и фиолетового цвета – соответствуют цветам лучей в режиме осциллографа/самописца).

Для подключения кабелей к цепям ЭСУД можно использовать подходящие по размеру переходники **ШП-3-ХХ**, **ШП-КГ**(«крокодил»), **ЩУПЫ-ИГЛЫ**.

Вход «Датчик I цилиндра (Inductive Pickup)»

Предназначен для подключения индуктивных клещей синхронизации (**датчика первого цилиндра**) **КСИ-4**.

Клещи подключаются к высоковольтному проводу какого-либо (обычно первого) цилиндра на автомобилях с классической схемой системы зажигания с механическим распределителем и формируют импульсы начала отсчета в режимах, где необходим счет цилиндров. Наличие этого датчика позволяет однозначно определять, какому цилиндру соответствует осциллограмма или отсчет измерений.

Клещи синхронизации можно подключать к высоковольтному проводу любого цилиндра, но в программе необходимо указать, к какому именно проводу подключены клещи.

Входы «KV+» и «KV-»

Предназначены для подключения к прибору **датчиков высокого напряжения** для измерений и наблюдения осциллограмм электрического напряжения во вторичных цепях системы зажигания. Для подключения к классической системе зажигания с одной катушкой и распределителем датчик высокого напряжения **ДВН-2А** подключается ко входу «KV-», к системе с двухвыводными катушками – датчик высокого напряжения **ДВН-4А-П** на положительных выводах катушек – ко входу «KV+», на отрицательных выводах – датчик высокого напряжения **ДВН-4А-М** ко входу «KV-». Для подключения к двигателям с двухвыводными катушками при количестве цилиндров 6 и

более можно использовать дополнительные датчики ДВН-6 совместно с коммутатором датчиков КД-2 или тройниками типа BNC-T.

Первичные цепи зажигания/Форсунки (Primary Leads/Injectors)

Предназначен для измерений и наблюдения формы сигналов в первичных цепях зажигания автомобиля или в цепях форсунок. Возможно подключение до 4 каналов. С помощью этого же входа производятся испытания баланса цилиндров и блокировка катушек при измерении компрессии (*не забудьте подключить вход АКБ/«BATTERY» к аккумулятору диагностируемого автомобиля, иначе блокировка работать не будет*).

Для подключения к системам с распределителем и одной катушкой необходимо использовать кабель первичных цепей/форсунок АМ4-С73-БЛОК и кабель-адаптер первичных цепей 1-канальный универсальный АМ4-СВ1-Б1, у которого провод "К-" подключается к минусовой клемме катушки зажигания, а "+" - соответственно к плюсовой. Для подключения к системам с двухвыводными катушками двигателей ЗМЗ 405, 406, 409 (ГАЗ, УАЗ) или с одной двухвыводной катушкой (на автомобиле ОКА) необходимо использовать кабель-адаптер первичных цепей ГАЗ 2-канальный АМ4-СС1-Б ГАЗ.

Для подключения к модулю зажигания, используемому на двигателях ВАЗ 2111, 2112 можно использовать кабель-адаптер первичных цепей 4-канальный универсальный АМ4-СА1-Б4 и 4 разветвителя ШП-3-1,5. Выводы кабеля-адаптера N1 и N2 подключаются к выводам модуля зажигания В и С соответственно. *Не забудьте в описании двигателя указать тип системы зажигания – «с модулем зажигания»!*

Для подключения к модулю катушек зажигания, используемому на двигателях ВАЗ 2114 необходимо использовать кабель-адаптер АМ4-СК1-Б2 ВАЗ. *Не забудьте в описании двигателя указать тип системы зажигания – «с двухвыводными катушками зажигания»!*

Для подключения к индивидуальным катушкам зажигания, используемым на двигателях ВАЗ 2112* необходимо использовать кабель-адаптер АМ4-СЛ1-Б4 ВАЗ. *Не забудьте в описании двигателя указать тип системы зажигания – «с двухвыводными катушками зажигания»!*

Для подключения к другим системам можно использовать универсальный кабель-адаптер АМ4-СА1-Б4 и подходящие разветвители ШП-3-*

Для подключения к цепям форсунок на двигателях ВАЗ 2111*/2112* необходимо использовать кабель-адаптер АМ4-СН1-ФОРСУНКА. Вместо этого адаптера можно подключить коммутатор форсунок КФ-2 для проведения испытаний ЦПГ **О** Цилиндровый баланс (с отключением форсунок).

АКБ (Battery)

Предназначен для подключения к аккумулятору автомобиля (12 или 24В). Используется для измерения напряжения аккумулятора и его пульсаций в испытаниях Электрика **О** Генератор, ЦПГ **О** Компрессия (по току), и при блокировке зажигания в испытаниях цилиндрического баланса и измерении компрессии. Он также используется для питания блока АМД-4АКМ при отсутствии внешнего источника питания. Максимально допустимое входное напряжение 40В.

Для подключения к аккумулятору используется кабель питания АМ4-П11-АКК.

Датчик абсолютного давления (Absolute Pressure Probe)

Предназначен для подключения датчика давления ДТК-2. С его помощью можно измерять разрежение или избыточное давление (на двигателях с турбокомпрессором) и его пульсации во впускном коллекторе, картере двигателя и в выпускной системе.

Датчик тока +/-10А (+/-10A Current Clamp)

Предназначен для подключения токоизмерительных клещей КТ-6А и их модификаций. С помощью них можно наблюдать форму тока в первичных цепях зажигания, цепях форсунок, других слаботочных электрических цепях автомобиля без разрыва этих цепей.

Датчик тока +/-250А (+/-250A Current Clamp)

Предназначен для подключения токоизмерительных клещей КТ-14 и их модификаций. С помощью них можно наблюдать форму стартерного тока в режиме прокрутки, тока зарядки

аккумулятора. По форме пульсаций стартерного тока можно оценить относительную компрессию по цилиндрам в испытании **ЦПГ Ø Компрессия (по току)**.

К этому же входу подключается усилитель пьезодатчика **УЗ-ПМ**. Пьезодатчики **ПД-4/ПД-6** закрепляются на топливной трубке какого-либо (обычно первого) цилиндра на дизельных автомобилях с ТНВД непосредственного действия и формируют импульсы начала отсчета в режимах, где необходим счет цилиндров. Наличие этого датчика позволяет однозначно определять, какому цилиндру соответствует осциллограмма или отсчет измерений.

Эти же датчики позволяют исследовать пульсации давления в топливных трубках, что даёт возможность оценить работу плунжерных пар ТНВД и распылителей форсунок.

Пьезодатчики можно укреплять на топливных трубках любого цилиндра, но в программе необходимо указать, к какому именно цилиндру.

Диагностика (DLC)

Предназначен для подключения диагностических кабелей для проведения диагностики автомобиля при работе в режиме сканера. Используется диагностический кабель **АМД4-Д13-ДИАГ** и кабели-адаптеры с различными диагностическими разъемами: кабель-адаптер ГАЗ **АМ4-Д22-ГАЗ**, кабель-адаптер ВАЗ/GM-12 **АМ4-Д32-ВАЗ**, кабель-адаптер OBDII **АМД4-Д43-OBDII** и т.д.

Датчик температуры (Temp Probe)

Предназначен для подключения датчика температуры **ДТ-2Д** и его модификаций для измерения температуры масла в двигателе, АКПП и т.п. через масляный шуп.

Компрессометр (Pressure Probe)

Предназначен для подключения датчиков давления **ДД-4/6/8/10/10М** и их модификаций. Он предназначен для измерения компрессии, угла опережения зажигания на бензиновых или угла впрыска на дизельных двигателях и наблюдения за процессами в системе газораспределения.

Внимание: Предельно допустимое время работы датчика давления на заведенном бензиновом двигателе составляет 5 минут, на дизельном – 1 минуту! Поскольку в цилиндре достаточно высокая температура, то датчик может перегреться (предельная температура для датчика 120 °С) и выйти из строя. Во время работы датчика давления обороты двигателя не должны превышать значения 4500 об/мин. Датчик беречь от ударов! **На дизельных двигателях использовать только с отключенной топливоподачей в испытываемый цилиндр!**

На бензиновых двигателях для подсоединения датчика давления необходимо выкрутить свечу зажигания. Вместо свечи к высоковольтному проводу подключить разрядник и вкрутить датчик давления в цилиндр. Разрядник подключить разъемом типа «крокодил» на массу двигателя. Затем к высоковольтному проводу с разрядником можно подключить индуктивные клещи синхронизации **КСИ-4**. В этом случае подключение разрядника необходимо, так как, если использовать вместо разрядника свечу, то синхронизация может быть неустойчивой.

На дизельных двигателях в зависимости от конструкции датчик через дополнительные переходники устанавливается либо вместо форсунки либо вместо свечи накаливания.

Стробоскоп (Timing Light)

Предназначен для подключения стробоскопа **СА-4** и его модификаций для измерения угла опережения зажигания на бензиновых или угла впрыска на дизельных двигателях.

Вход синхронизации «ДПКВ/ДВМТ (CPS/DPS)»

Вход синхронизации **«ДПКВ/ДВМТ (CPS/DPS)»** предназначен для подключения индуктивного датчика положения коленчатого вала (ДПКВ) и/или датчика верхней мёртвой точки (ДВМТ), а также оптического датчика коленвала **ОДК-2**.

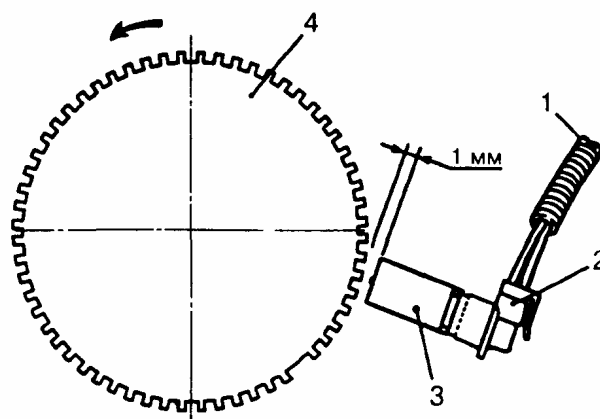
На многих автомобилях (в том числе на инжекторных ВАЗ и ГАЗ) установлены специальные зубчатые диски синхронизации. Количество зубьев может быть различным, например:

- ВАЗ/ГАЗ (в том числе Январь-4.х, Январь-5.х, Январь-7.х, М7.3, Bosch М1.5.4, Bosch МР7.0, Bosch М7.9.7, Микас-5.4х, Микас-7.х, Микас 10/11, Автрон, МКД105), GM ISFI-2S (ВАЗ 2111-2112) – 58 зубьев с двумя пропущенными (“60-2”);

- Ford EEC IV – “36-1”.
- Во многих системах Common Rail, устанавливаемых, например на MM3 245.7E3 (Bosch EDC7UC31), BAW Fenix1044/1057, Great Wall Hover (Bosch EDC16C39), УАЗ с двиг. Iveco (Bosch EDC16C39) – 58 зубьев с двумя пропущенными (“60-2”);
- КамАЗ ЕЗ – 8 зубьев без пропуска - на распредвале и 16 – на коленвале. Синхронизация - индуктивные датчики.
- КамАЗ Е1, Е2 – 113 зубьев на зубчатом венце маховика (с КПП КамАЗ) или 126 зубьев (с КПП ZF). Синхронизация по датчику ОДК-2 из комплекта АМД-4АКМ.
- ЯМЗ – 115 или 132 зуба – на зубчатом венце маховика. Синхронизация - индуктивные датчики.

Подключение производится при помощи кабеля **АМД4-С83-ДВМТ/ДПКВ**. Кабель подключается к выходам ДПКВ через кабели-адаптеры (для ВАЗ 2111/2112 – кабель-адаптер ДПКВ/ВАЗ **АМ4-СД1-ВАЗ** ДПКВ, для ЗМЗ 405, 406, 409 – кабель-адаптер ДПКВ/ГАЗ **АМ4-СЕ1-ГАЗ** ДПКВ, для других – через кабель-адаптер ДПКВ универсальный **АМ4-СГ1-ДПКВ** и подходящие по размеру **ШП-3-*** или **ЩУПЫ-ИГЛЫ**). При этом ДПКВ должен быть подключен к жгуту ЭСУД автомобиля.

На некоторых старых карбюраторных автомобилях семейств 2108/2109/211Х в картре КПП есть специальные отверстия для установки индуктивных датчиков верхней мертвой точки (ВМТ) типа 11.3845 (на некоторых автомобилях он установлен и выведен в колодку диагностики). Их можно использовать для измерения углов опережения зажигания или синхронизации. Эти датчики также могут подключаться ко входу синхронизации «ДВМТ/ДПКВ» при помощи универсального кабеля-адаптера ДВМТ **АМ4-СГ1-ДВМТ**. К этому же входу можно подключить и индуктивные датчики ВМТ, установленные на некоторых старых автомобилях BMW и Mercedes.

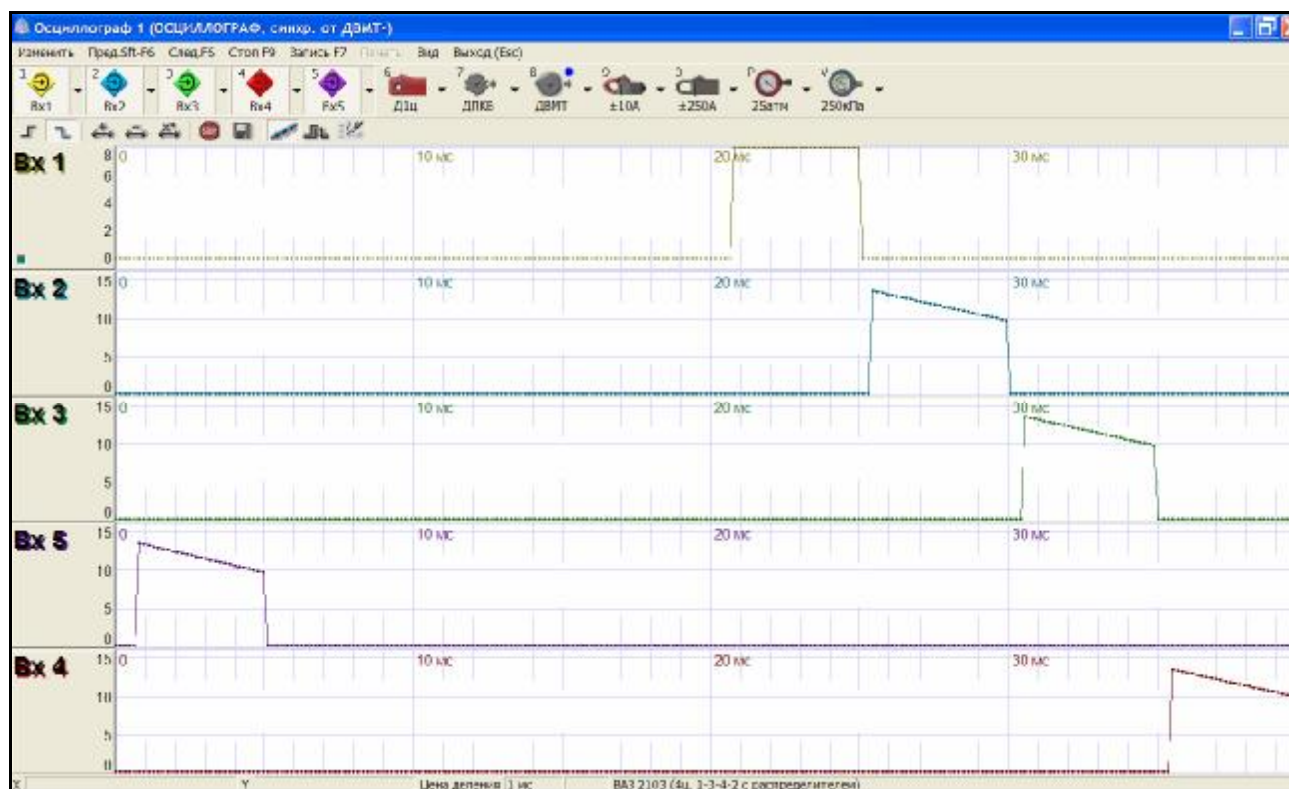


Диск и датчик положения коленчатого вала двигателей ВАЗ 2111/2112

1 - жгут проводов, 2 - колодка, 3 - датчик положения коленчатого вала,
4 – диск синхронизации

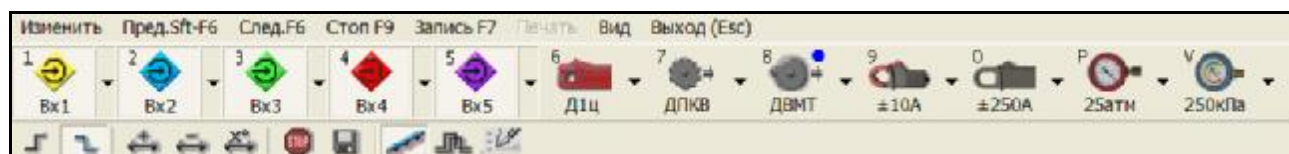
3. Работа в режиме осциллографа и самописца

Запуск этого режима производится из главного меню – пункт **Осциллограф** **Осциллограф**:



Панель каналов

Позволяет включить или выключить нужные каналы, изменить пределы измерения датчиков, выбрать синхронизацию. Каналы **Вход1(IN1)...****Вход5(IN5)** можно включать и выключать нажатием на цифровые клавиши 1...5. Включать синхронизацию от канала нажатием клавиш «Ctrl-1...5», задавать шкалу нажатием «Shift-1...5».



Цвета лучей каналов соответствуют цветам вх. разъемов и кабелей-пробников **АМ4-С*1-***. Шкалу можно быстро менять с помощью мыши. Если подвести курсор к верхнему краю шкалы, то, удерживая левую кнопку мыши, можно перемещать верхний предел, к нижнему краю – нижний (при этом курсор меняет форму на прямоугольник со стрелкой). В середине шкалы можно смещать вверх или вниз всю шкалу.

Канал **Вход1(IN1)** может измерять как положительные, так и отрицательные напряжения. Его полный диапазон -200...+200 В. Каналы 2...5 могут измерять только положительные напряжения. Их полный диапазон 0...400 В. Все измерения производятся относительно массы прибора, подключаемой к клемме «-» АКБ с помощью кабеля **АМ4-П11-АКК**, подключенного ко входу АКБ/«Battery».

Одновременно можно просматривать до 16 каналов. Синхронизация может производиться от любого канала. Канал синхронизации не обязательно должен быть виден на экране.

Панель развертки и синхронизации



Две левые кнопки определяют фронт, по которому производится синхронизация. Следующие две уменьшают и увеличивают время развертки, следующая включает градусную шкалу (только при синхронизации от коленвала).

Панель вариантов отображения



- включает/выключает рисование точек на луче.



- включает/выключает наложение всех видимых лучей на одно поле.



- переключает режим осциллограф/самописец.



- включает/выключает программный фильтр низких частот (работает на развёртке больше 20 мс).

3.1 Виды синхронизации

Синхронизация от аналоговых входов

Можно выбрать синхронизацию от любого из аналоговых каналов (**Вход1(IN1)...****Вход5(IN5)**, датчики тока и давления), выбрав в свойствах канала пункт **Синхронизация**. При этом в правом верхнем углу кнопки появится синяя метка.

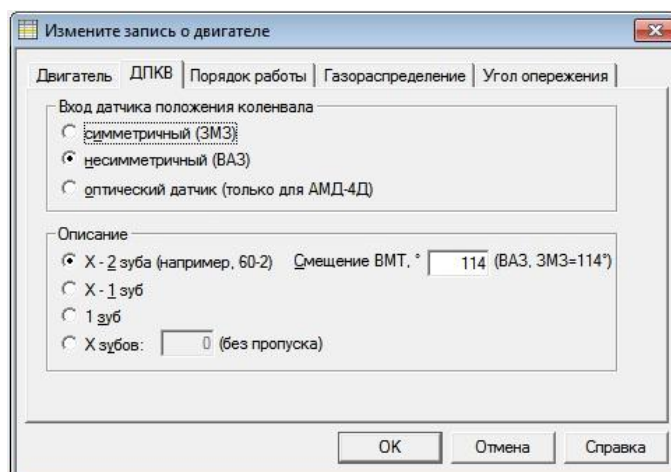
В режиме синхронизации от аналогового входа уровень синхронизации отображается на экране синим цветом. При просмотре параметра можно непосредственно с помощью мыши менять уровень синхронизации. Подведите курсор мыши к полосе уровня синего цвета. При этом он должен измениться на двойную стрелку **2**. Теперь, нажав и удерживая левую клавишу мыши, Вы можете перемещать уровень в нужное положение, даже в луч другого параметра. При наличии синхронизации в окне названия луча (канала) появляется квадрат, мигающий синим цветом. Если синхронизация отсутствует, то квадрат начинает мигать красным цветом.

Синхронизация от дискретных входов

Можно выбрать синхронизацию от входных каналов «Датчик I цилиндра (Inductive Pickup)» (индуктивные клещи **КСИ-4**), «CPS» (датчик положения коленвала) или «DPS» (датчик ВМТ).

Синхронизация от коленвала

При выборе синхронизации **от коленвала** нужно заранее уточнить его предполагаемые свойства, настроив их в описании двигателя.



При использовании индуктивного датчика ВМТ нужно включить режим “1 зуб”.

Проверьте правильность установки, просмотрев сигнал в режиме осциллографа. Неправильная установка приведет к нестабильной синхронизации.

В этом режиме синхронизации возможна “градусная” шкала развертки в режиме осциллографа. Параметр “Смещение ВМТ” (задается в **параметрах двигателя**) необходим, если синхروпауза (пропущенные зубья) сигнала ДПКВ приходится не на ВМТ, а со сдвигом.

При синхронизации от оптического датчика **ОДК-2** или от индуктивных датчиков, получающих сигнал с венца маховика, начальная точка отсчёта (ВМТ) устанавливается при помощи стробоскопа при каждом использовании такого вида синхронизации, т.к. в сигнале с этих датчиков нет информации об абсолютном положении коленвала. Также необходимо правильно задать количество зубьев маховика, с которого получает информацию оптический датчик.

Режимы синхронизации могут настраиваться как непосредственно в режиме просмотра, так и в **настройках набора**.

Наборы позволяют заранее создать несколько вариантов измерений и затем быстро переключаться с одного на другой по клавишам «F6»/«Shift-F6» в режиме осциллографа.

Настройка – Группы

Настройка наборов входов позволяет создать удобные наборы отображаемых входов и типов развертки для дальнейшего повседневного использования.

При выборе пункта **Изменить Набор** или нажав клавишу (F2) на экране появляется диалог настройки наборов.

Режим СТОП

Переключается по клавише (F9) или кнопкой . При этом "лента" самописца или развертка осциллографа останавливается.

В режиме **СТОП** есть возможность измерения времен и амплитуд сигналов: визеры зеленого цвета рисуются мышью при нажатой левой кнопке. После их установки возможно перемещение любого из них мышью. Расстояния между ними показывается в нижнем левом углу.



Выход из режима **СТОП** по той же клавише (F9).

Запись графиков в базу данных

Возможна запись графиков в файл параллельно с их просмотром (при двигающейся “ленте” самописца или работающей развертке осциллографа). Для самописца режим включается для активного окна по клавише (F7) и сопровождается периодическим изменением цвета фона замеров. Время записи ограничено объемом накопителя компьютера. Запись можно приостановить и опять

продолжить по клавише (F7). Запись заканчивается по выходу из окна **самописца**, при этом возникает диалог: “Записать график?”, в котором можно отказаться от записи.

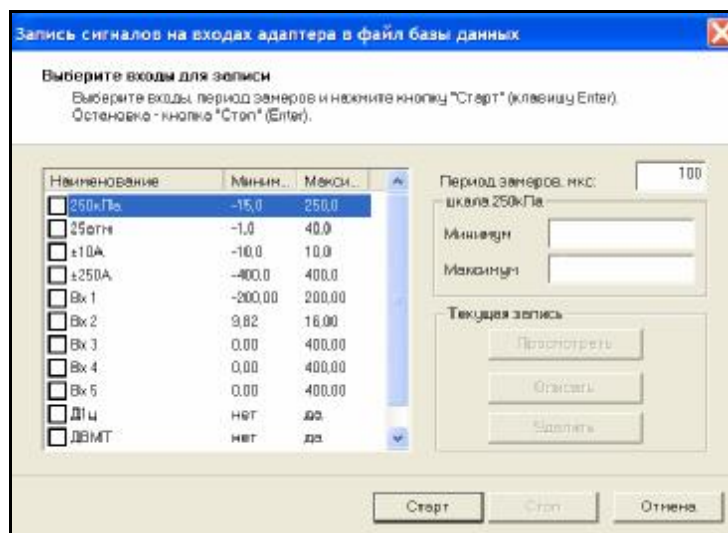
Для осциллографа по нажатию на клавишу (F7) записывается текущий кадр развертки.

Записанные данные можно в любое время просмотреть в пункте главного меню программы **Запись ⌵ Просмотр записей**. Все записи привязаны к текущему визиту выбранного клиента. Их можно видеть также в записях по текущему визиту клиента (главное меню - **Клиенты ⌵ Текущий визит ⌵ Записи программы**) и в архиве (главное меню - **Архив ⌵ Все записи**).

Если не предполагается ведение записей о клиентах автосервиса и их визитах, то все записи могут принадлежать одному “клиенту” с именем “---” и пустой датой визита. В этом случае нужно отключить напоминания программы о необходимости выбора клиента (главное меню - **Настройка ⌵ Автосервис ⌵ Описание ⌵ Вести строгий учет клиентов**).

Режим Запись

Иногда для анализа неисправностей необходимо записать несколько сигналов со скоростью опроса выше, чем позволяет режим самописца. Режим **Запись ⌵ Запись сигналов** позволяет записать выбранные сигналы с требуемым временем выборки. Объем записи определяется объемом свободного места на жестком диске.



Процесс записи оканчивается при нажатии на кнопку «Стоп», после чего текущую запись можно просмотреть, добавить комментарии или удалить. При положительном ответе данные сохраняются, и их можно будет просмотреть, выбрав пункт главного меню **Запись ⌵ Просмотр записей**. Их можно видеть также в записях по текущему визиту клиента (главное меню - **Клиенты ⌵ Текущий визит ⌵ Записи программы**) и в архиве (главное меню - **Архив ⌵ Все записи**).

4. Работа в режиме Мотор-Тестер

Работа в режиме Мотор-Тестер позволяет проверять топливную систему, систему зажигания, системы предварительного нагрева, питания и зарядки, оценивать компрессию и правильность установки фаз ГРМ, работу турбокомпрессора, и т.д.

Следует помнить, что скорость и точность технической диагностики зависит, прежде всего, от уровня квалификации диагноста, а приборы являются только средством получения информации, необходимой для анализа возможных причин неисправностей.

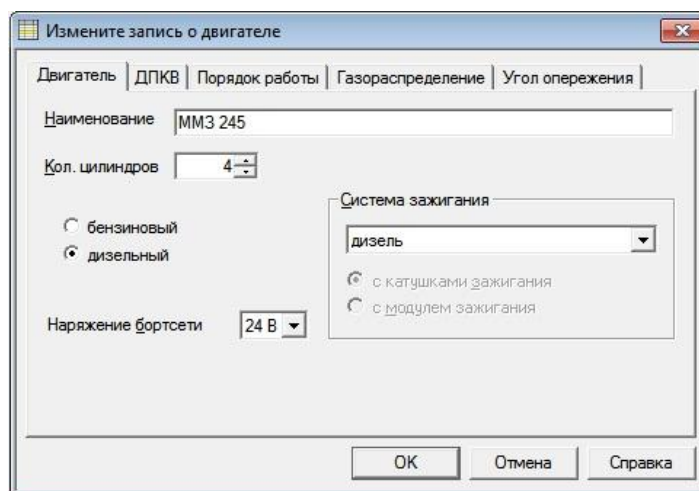
Эффективная диагностика автомобильных двигателей с помощью мотор-тестеров, так же как и при использовании других средств авто-диагностики (сканеров, газоанализаторов и т.д.), возможна только при наличии у пользователя (диагноста) определенных знаний и навыков. К ним относятся четкое понимание принципов работы двигателей внутреннего сгорания и устройства их механической части, а также знания об устройстве и принципах работы различных систем двигателя. В частности, это системы, отвечающие за приготовление топливовоздушной смеси, системы зажигания и элементы, обеспечивающие соблюдение норм токсичности выхлопных газов. Диагносту необходимо знать особенности устройства и принцип работы датчиков и исполнительных механизмов, применяемых в подобных системах.

Необходимые для начала самостоятельной работы знания и навыки можно приобрести в организациях и учебных заведениях, проводящих специальные курсы для авто-диагностов по устройству, отказам и способам диагностики двигателей автомобилей различных производителей. Возможно и самостоятельное обучение с использованием специальной литературы.

Из-за большого разнообразия моделей автомобилей, данное руководство и контекстная помощь в программе мотор-тестера не содержит подробной информации об устройстве и характеристиках двигателей, систем топливоподачи, зажигания, а также о параметрах сигналов управления, датчиков и исполнительных механизмов для конкретных моделей автомобилей. Эти сведения содержатся в руководствах по ремонту автомобилей различных марок, в компьютерных базах данных, создаваемых производителями автомобилей и независимыми фирмами (например, AUTODATA, ALLDATA, MITCHELL, CAPS, ELSA, TIS и т.п.), в специализированных справочниках издательств Autodata, Haynes, Легион-Автодата, ПетерГранд и т.п.

Настройка типа двигателя

Перед проведением диагностики обязательно проверьте, какой двигатель выбран в окне «двигатель»:



Если в базе нет подходящего двигателя, его можно добавить, нажав кнопку «Новая запись».

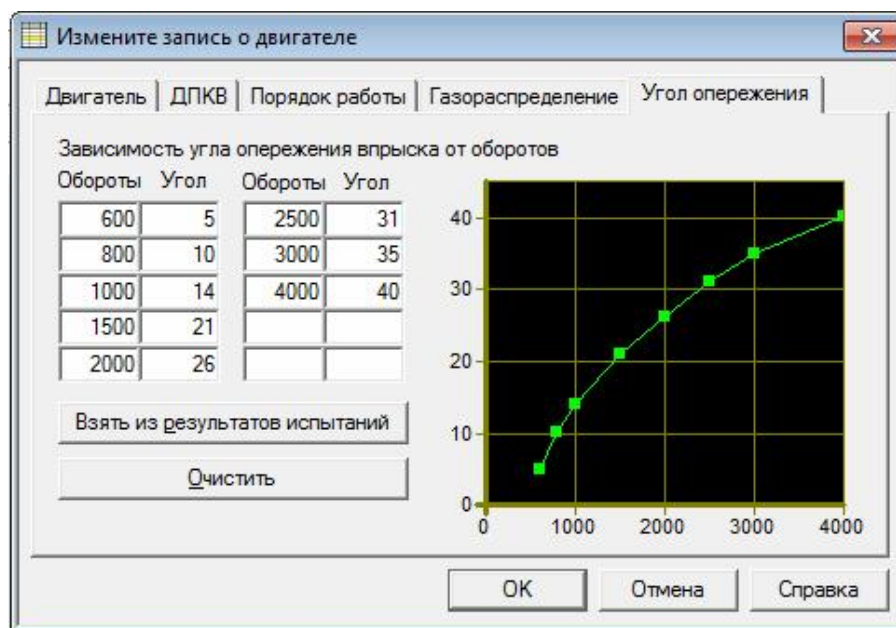
Порядок работы цилиндров можно выбрать из предложенных вариантов, либо ввести вручную. Для систем с двухвыводными катушками не всегда известно, какую именно полярность имеют выводы. В этом случае правильность можно установить только экспериментально. Для этого можно выбрать 2-х цилиндровый двигатель с двухвыводными катушками (ВАЗ 1111), и в режиме проверки синхронизации (меню **Синхронизация** → **Проверка и Настройка**) выяснить – на каких проводах положительное, а на каких отрицательное высокое напряжение. В системах с механическим

распределителем обычно используется отрицательное напряжение, но на некоторых автомобилях (например Peugeot) может быть и положительное. Это также можно выяснить в окне **Синхронизация** **Проверка и Настройка**.

Пункт выбора «с катушками...»/«с модулем» влияет на испытания **Первичное зажигание** и **ЦПГ** **Цилиндровый баланс (блокировка зажигания)**. При неправильном выборе эти испытания работать не будут.

В закладке «Газораспределение» можно указать углы открытия-закрытия клапанов ГРМ. Эти углы будут отображаться как цветные поля в испытаниях **ЦПГ** **Динамическая компрессия**, **Пульсации давления на впуске**, **Вибродиагностика**.

В закладке «Угол опережения» можно указать характеристику работы центробежного регулятора угла опережения зажигания для бензиновых двигателей и угла впрыска для дизельных двигателей. Она будет нужна в тестах «**Пульсации давления на впуске**», «**Пульсация топлива**» для правильного отображения градусной шкалы. Характеристику можно построить в тестах «**Угол впрыска**» **По стробоскопу**, «**УОЗ**» **По стробоскопу** или «**Динамическая компрессия**».



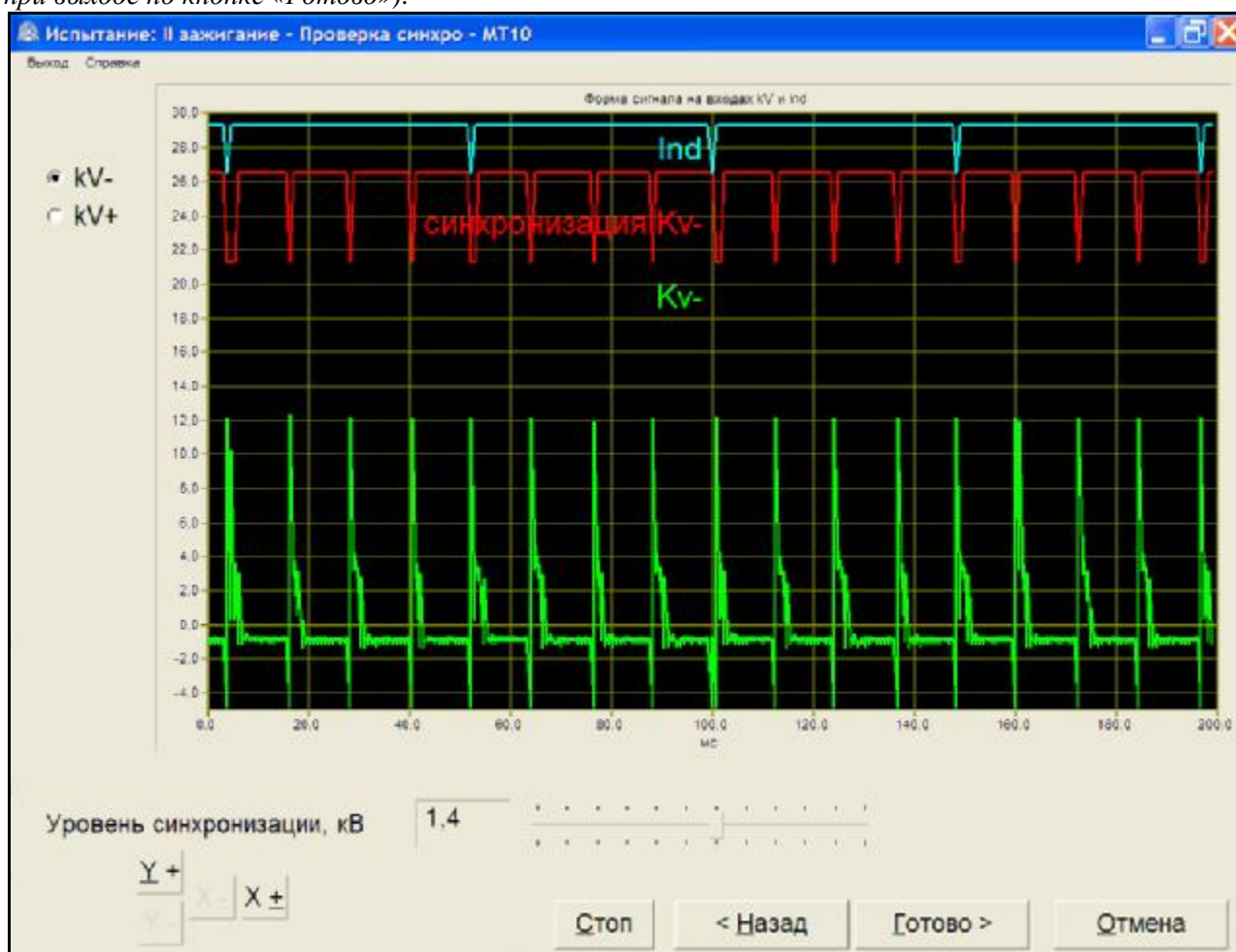
Настройка синхронизации

Индуктивные клещи **КСИ-4** подключить ко входу **Датчик I цилиндра (Inductive Pickup)** и высоковольтному проводу первого цилиндра. Они нужны для правильного отображения номеров цилиндров в измерениях. Можно сразу подключить клещи **ДВН-2А/ДВН-4** к высоковольтным проводам, чтобы проверить правильность их подключения.

Для диагностики классических систем с одной катушкой и распределителем зажигания необходимо подключить датчик **ДВН-2А** ко входу «**KV-**» (для систем с отрицательным высоким напряжением) или ко входу «**KV+**» (для систем с положительным высоким напряжением) и на высоковольтный провод, идущий от катушки зажигания к распределителю зажигания (*не забудьте правильно указать полярность высокого напряжения в описании двигателя!*).

Для диагностики микропроцессорных систем с двухвыводными катушками зажигания необходимо подключить к входу «**KV-**» датчики **ДВН-4А-М** (черные) подсоединить к высоковольтным проводам отрицательных выводов катушек, а подключенные к входу «**KV+**» датчики **ДВН-4А-П** (красные) – к высоковольтным проводам положительных выводов катушек. Если на катушках не указана полярность выводов, правильное подключение клещей определяется экспериментально по форме осциллограммы.

На заведенном двигателе проверить сигнал синхронизации, выбрав **Синхронизация** **⊞** **Проверка и настройка**. При неустойчивой синхронизации можно попробовать перевернуть клещи, либо переместить их ближе или дальше к свече зажигания. Также можно отодвинуть высоковольтный провод от остальных проводов. В этом же испытании проверяется правильность подключения датчиков высокого напряжения ДВН. При малой амплитуде высокого напряжения возможен сбой синхронизации (красный луч KV-), в этом случае можно подрегулировать уровень срабатывания движком «Уровень синхронизации, кВ» (*запись этого уровня для дальнейших испытаний происходит при выходе по кнопке «Готово»*).



4.1 Диагностика АКБ и генератора

Для проверки АКБ и генератора предназначено испытание **Электрика 5 Генератор**. Для диагностики необходимо подключить кабель **АМ4-П11-АКК**, подключенный ко входу **АКБ/«BATTERY»**, к аккумулятору автомобиля. Иногда для более подробной диагностики неисправностей генератора полезно подключать красный разъем типа "крокодил" («+») не к плюсовой клемме аккумулятора, а к выходной клемме генератора. В этом случае оценивается также качество силовых проводов и соединений.

Для показа оборотов и возможности просмотра осциллограммы с угловой разверткой необходимо подключить индуктивные клещи **КСИ-4** или датчики высокого напряжения **ДВН** ко вторичным цепям зажигания, либо подключиться к клемме «-» катушки зажигания. Для измерения тока зарядки можно подключить токовые клещи.

Испытание генератора проводится в несколько этапов.

1. Калибровка «0» токовых клещей. Напряжение на клеммах АКБ при выключенных потребителях энергии должно быть в пределах 12,5...13,6 В для 12-х вольтовой и 25...27,2 для 24-х вольтовой бортовой сети.
2. На 20-30 секунд включается ближний свет для проверки заряженности АКБ. Напряжение не должно упасть ниже порогового уровня (зоны допусков показаны на шкалах в виде бирюзовых прямоугольников). Примерная зависимость между напряжением АКБ и степенью разряженности приведена в таблице:

Напряжение АКБ, В (12В)	12,6 и >	12,0	11,6	11,3	10,5 и <
Напряжение АКБ, В (24В)	25,2 и >	24,0	23,2	22,6	21 и <
Степень разряженности, %	0	25	50	75	100

3. На заведенном двигателе на холостом ходу проверяется напряжение на клеммах аккумулятора. Напряжение и пульсации должны укладываться в допуски (напряжение батареи должно быть в пределах 12,8...14,5 (25,6...29,0) В).
4. Проверяется напряжение на оборотах 2000 ± 200 об/мин. Напряжение и пульсации должны укладываться в допуски (напряжение батареи должно быть в пределах 13,8...14,2 (27...29) В). Включить фары (дальний свет). Напряжение батареи должно находиться в тех же пределах.

Если напряжение батареи увеличивается с ростом частоты вращения двигателя и падает при включении нагрузки (фар), то неисправен регулятор напряжения.

Если напряжение батареи ниже нормы и при включении фар (частота вращения 2000 ± 200 об/мин) уменьшается, причиной может быть слабое натяжение ремня привода генератора, неисправность генератора или неисправность регулятора напряжения.

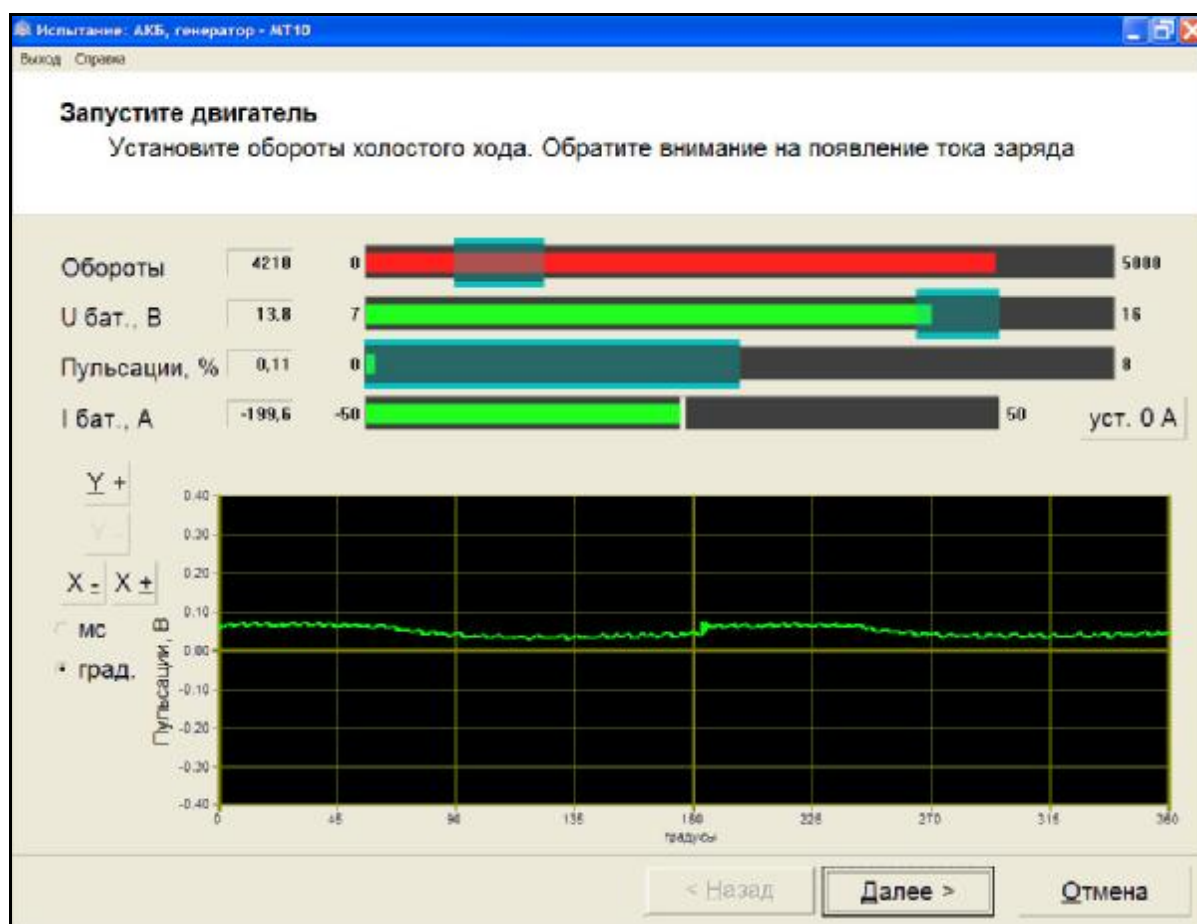
Если напряжение батареи ниже нормы и при включении фар (частота вращения 2000 ± 200 об/мин) остается практически неизменным, то причиной является неисправность регулятора напряжения.

Если напряжение батареи выше нормативного значения, то возможны следующие причины:

- § плохой контакт регулятора напряжения с «массой» автомобиля;
- § повышенное переходное сопротивление в цепи возбуждения генератора;
- § плохое соединение «массы» между двигателем и кузовом автомобиля;
- § неисправность регулятора напряжения.

На рисунке представлена осциллограмма правильной работы генератора.

При просмотре в режиме градусной развертки в моменты срабатывания системы зажигания на осциллограмме будут видны всплески (на 4-цилиндровом двигателе в районе 180 град.). Это не является признаком дефекта системы зарядки.

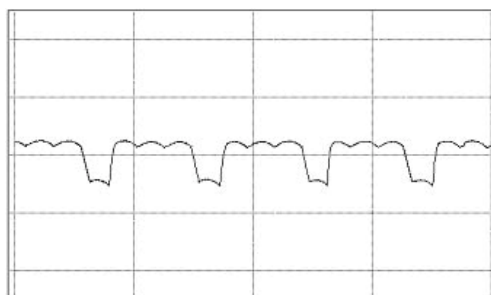


При наличии каких-либо дефектов (обрыв обмотки генератора, пробой диодов), осциллограмма сигнала резко изменится.

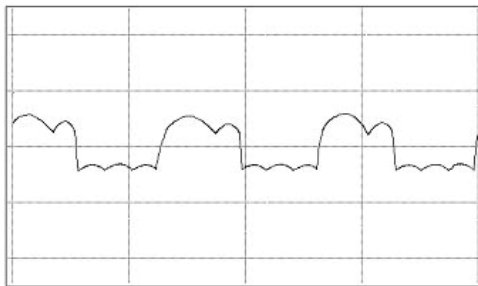
Постоянный повышенный уровень пульсаций может быть из-за плохого контакта генератора с аккумулятором.

Если отсутствует зарядный ток с генератора (неисправен реле-регулятор, контактные кольца, щетки или обмотки ротора), то пульсации отсутствуют, а напряжение при заведенном двигателе не достигает минимально допустимого.

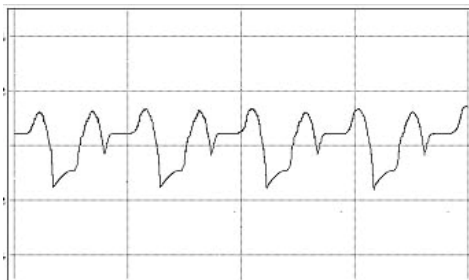
При выходе из строя отрицательного диода (пробой) осциллограмма пульсаций примет следующий вид:



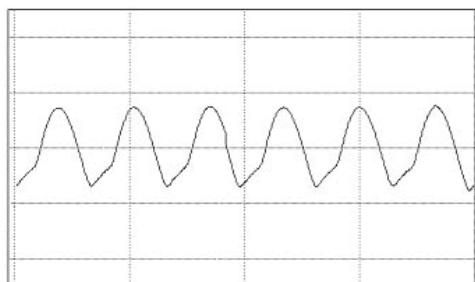
Если неисправен положительный диод (обрыв), то осциллограмма примет следующий вид:



При пробое положительного диода осциллограмма работы генератора примет следующий вид:



При обрыве обмотки статора осциллограмма работы генератора примет такой вид:



4.2 Диагностика системы предпускового разогрева дизельных двигателей

Система предпускового разогрева в зависимости от двигателя может быть реализована по-разному:

- В форкамерных и вихрекамерных двигателях используются как правило свечи накаливания
- В двигателях с непосредственным впрыском топлива могут использоваться как индивидуальные свечи накаливания в каждом цилиндре, так и системы подогрева впускного воздуха (электрические или с факельной свечой).

Чтобы поддержать устойчивую работу дизеля сразу после его пуска, в некоторых системах предварительного разогрева свечи накала остаются включенными еще какое-то время (до 3 минут). Так обеспечивается более устойчивая работа мотора, ускоряется его прогрев, снижаются токсичность выхлопа и уровень шумности.

Стандартные стержневые свечи накаливания

Они имеют такую нагревательную спираль, сопротивление которой не изменяется с повышением температуры. Поэтому они потребляют всегда одинаковый ток.

Свечи накаливания для облегченного пуска

Они имеют нагревательную спираль, сопротивление которой изменяется при изменении температуры. Сначала сопротивление низкое, так что через нагревательную спираль протекает большой ток. Температура поднимается быстрее, чем в случае стандартных свечей - в результате

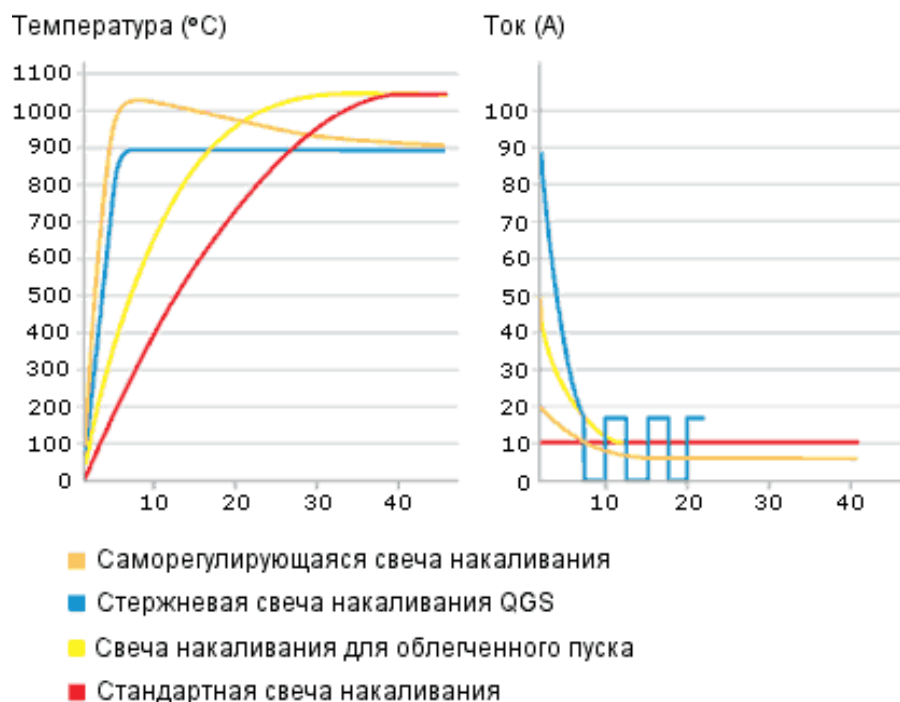
этого сокращается время предварительного разогрева. При повышении температуры повышается сопротивление, в результате чего уменьшается ток.

Стержневые свечи накаливания QGS

Стержневые свечи накаливания QGS нагреваются очень быстро. Они требуют специального устройства управления QGS.

Саморегулирующиеся стержневые свечи накаливания

Так называемые стержневые свечи накаливания SRM имеют нагревательную спираль и регулировочную спираль. Нагревательная спираль нагревается очень быстро. Регулировочная спираль повышает сопротивление при повышении температуры. Вследствие свойств регулировочной спирали такая свеча накаливания очень быстро нагревается, а при достижении температуры нагрев автоматически понижается.



Чаще всего свечи накаливания проверяются омметром. Однако проверку выполнить быстрее, если измерить протекающий в их цепи ток. Если блок управления свечами управляет током на каждую свечу по-отдельности, то можно использовать токовые клещи **КТ-6А** или **КТ-14** и проконтролировать ток каждой свечи. Если все свечи соединены общей шиной, то ток может достигать очень больших величин и измерить его можно токовыми клещами **КТ-14**. При исправных свечах накаливания типичные значения силы тока для четырёхцилиндрового двигателя находятся в пределах 40-48А спустя 10 с после включения. Если, например, 2 свечи из 4-х неисправны, величина силы тока будет всего 20-24А.

Просмотреть результаты измерений можно в режиме самописца.

4.3 Диагностика состояния цилиндропоршневой группы

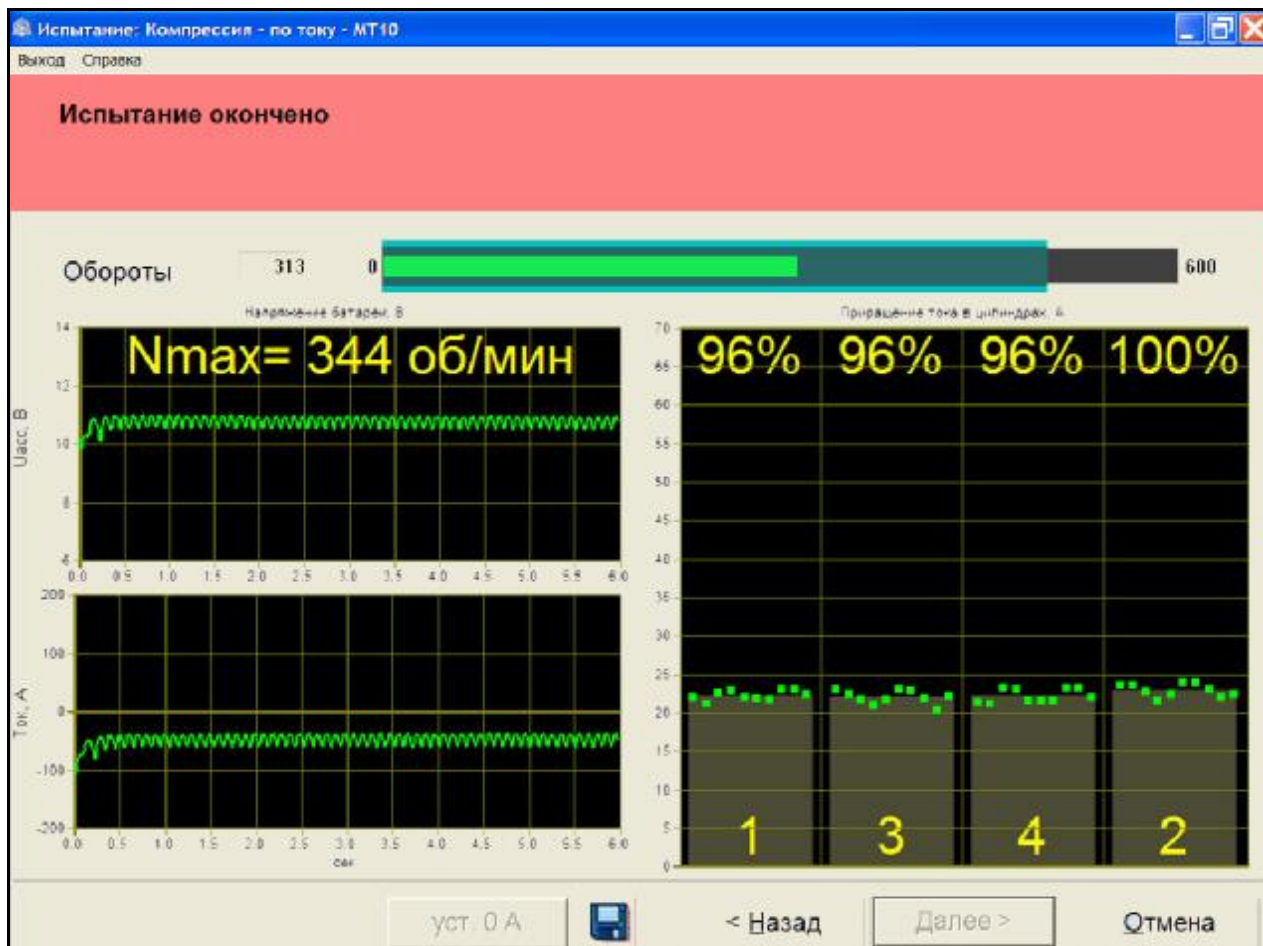
4.3.1 Измерение компрессии

Самым быстрым, правда не всегда точным и достоверным методом оценки компрессии является метод измерения тока стартера при прокрутке двигателя (испытание **ЦПГ Ø Компрессия (по току)**). Для этого измерения используются токовые клещи **КТ-14** или их модификации. Их необходимо установить на провод питания стартера (или на провод, подключенный к положительной или отрицательной клемме аккумулятора). Испытание можно проводить и без них – в этом случае используются пульсации напряжения аккумулятора для оценки потребляемого стартером тока.

Для показа номеров цилиндров необходимо подключить индуктивные клещи **КСИ-4** к высоковольтному проводу первого цилиндра. Для блокировки запуска двигателя необходимо либо отключить топливopодачу (на некоторых инжекторных системах достаточно полностью открыть

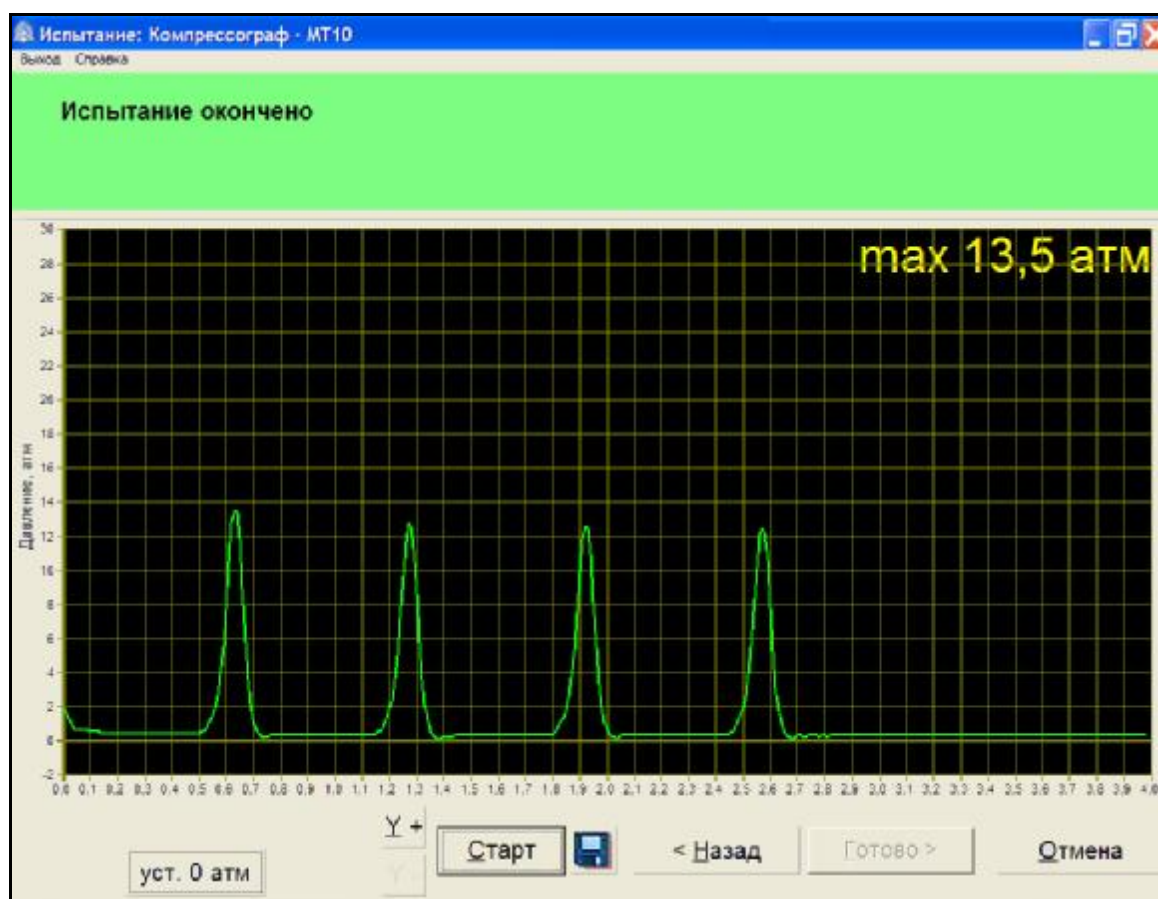
дроссельную заслонку, если этот режим отсутствует – отключить бензонасос или форсунки). На карбюраторных двигателях сделать это в большинстве случаев невозможно, поэтому необходимо либо вручную отключить систему зажигания, либо подключиться к первичной цепи зажигания (клемме «-» катушки зажигания) как описано в п.2.1 - **Первичные цепи зажигания/Форсунки (Primary Leads/Injectors)**. При блокировке зажигания номера цилиндров показываться не будут. Но если на двигателе присутствует датчик положения распредвала (датчик фазы), то его сигнал можно использовать для синхронизации, подключив его выход при помощи подходящего ответвителя ко входу **Bx1(IN1)**. На некоторых моделях карбюраторов есть клапан отсечки топлива, в этом случае достаточно отсоединить этот клапан.

Испытание надо проводить при полностью открытом дросселе.



По результатам измерения строится график абсолютного приращения тока стартера по цилиндрам и вычисляется относительная компрессия. За 100% берется цилиндр с наибольшим приращением тока.

Точно измерить значения компрессии можно при помощи датчиков давления ДД-4/6/8/10/10М и их модификаций, вкручивающихся в цилиндр вместо свечи зажигания (у бензиновых двигателей), либо свечи накаливания или форсунки (у дизельных двигателей) (испытание **ЦПГ Д Компрессограф**). Для проведения этого испытания необходимо отключить системы зажигания и топливоподачи, и, вкручивая по очереди датчик давления в цилиндры, провести измерения. По окончании каждого испытания вычисляется максимальное давление в цилиндре, а на графике отображается форма изменения давления. *Перед началом измерений не забудьте произвести установку нуля датчика давления (кнопка «уст.0 атм»).*



Для измерения максимальной компрессии испытание проводится с полностью открытым дросселем. Для полной оценки рекомендуется повторно проводить испытание и с полностью закрытым дросселем. При полностью открытой заслонке в цилиндры поступает максимально возможное количество воздуха. На результат измерений в этом случае в основном влияют большие утечки воздуха, например, при сильном износе компрессионных колец, крупных задирах на стенках цилиндров и поршней, трещинах в блоке цилиндров и поршнях, прогарах и «зависании» клапанов и т.д. При полностью закрытой заслонке в цилиндры поступает минимальное количество воздуха. Воспользовавшись этим методом, можно вычислить незначительные утечки воздуха, например, образующиеся при деформации стержня клапана или износе его седла, прогаре прокладки головки и т. д.

Компрессию в бензиновых моторах, как правило, измеряют «на горячую», при рабочей или близкой к рабочей температуре мотора (80 – 90°C). При этом зазоры между подвижными деталями ЦПГ и вязкость масла минимальны. Следует помнить, что компрессия в разогретом двигателе всегда будет больше, чем при проверке «на холодную».

При затрудненном пуске мотора компрессию рекомендуется измерять «на холодную» (температура двигателя соизмерима с температурой окружающего воздуха). В этих случаях из-за сильного износа деталей ЦПГ или при залегании поршневых колец давление в нескольких цилиндрах бензинового мотора обычно снижается в два раза (до 4,5...5,5 атм). После пуска и прогрева компрессия, как правило, увеличивается на несколько единиц. Вот почему «поймать» такую неисправность можно только при комплексной проверке.

Рабочую величину компрессии двигателя исправного (нового) автомобиля указывают заводы-производители в инструкциях по обслуживанию и ремонту. Как правило, у бензиновых моторов с исправной ЦПГ компрессия, измеренная «на горячую», должна составлять не менее 9,5...10 атм, а разброс ее значений по цилиндрам не должен превышать 0,5...1,0 атм. У атмосферных дизельных моторов с исправной ЦПГ компрессия, измеренная «на горячую», должна составлять не менее 25...30 атм, а разброс ее значений по цилиндрам не должен превышать 2...5 атм. У дизельных двигателей с наддувом компрессия ниже – порядка 22...25 атм. При измерении следует учитывать динамику нарастания компрессии. Если на первом такте сжатия регистрируемое давление низкое (3...4 атм), а при последующих оно возрастает (например, до 6 атм), это свидетельствует об износе колец, поршневых канавок или/и стенок цилиндра.

На результаты замеров влияет много факторов.

Измерение компрессии необходимо проводить при полностью заряженном аккумуляторе и исправном стартере, так как скорость вращения двигателя при прокрутке очень сильно влияет на результаты измерений. **Измерения должны проводиться при скорости вращения не менее 200 об/мин.**

Вторым условием является отсутствие сопротивления во впускном трубопроводе, то есть **не должно быть закрытых заслонок и забитых воздушных фильтров**, которые могут существенно снизить показания компрессии.

Третьим условием должно быть проведение измерений в условиях, **приближенных к реальным**. Все свечи и форсунки не выкручиваются - лишь по одной. Это объясняется тем, что если выкрутить свечи из всех цилиндров - значительно возрастет скорость вращения коленчатого вала, что в итоге приведет к завышенным показателям. Нельзя использовать пускозарядные устройства. Кроме того, для выноса окончательного диагноза необходимо проверять компрессию на холодном двигателе, так как на горячем возможны ошибки. Ошибки возникают вследствие того, что на сильно изношенном двигателе сразу после его остановки возможно уплотнение ЦПГ маслом, попадающим через трубку отсоса картерных газов во впускной трубопровод, а также при неисправности уплотнений турбины и сопряжения клапана – направляющие - маслосъемные колпачки. Данную перепроверку можно не проводить при условии, если расход масла в двигателе не превышает 100-200 грамм на 1000 километров.

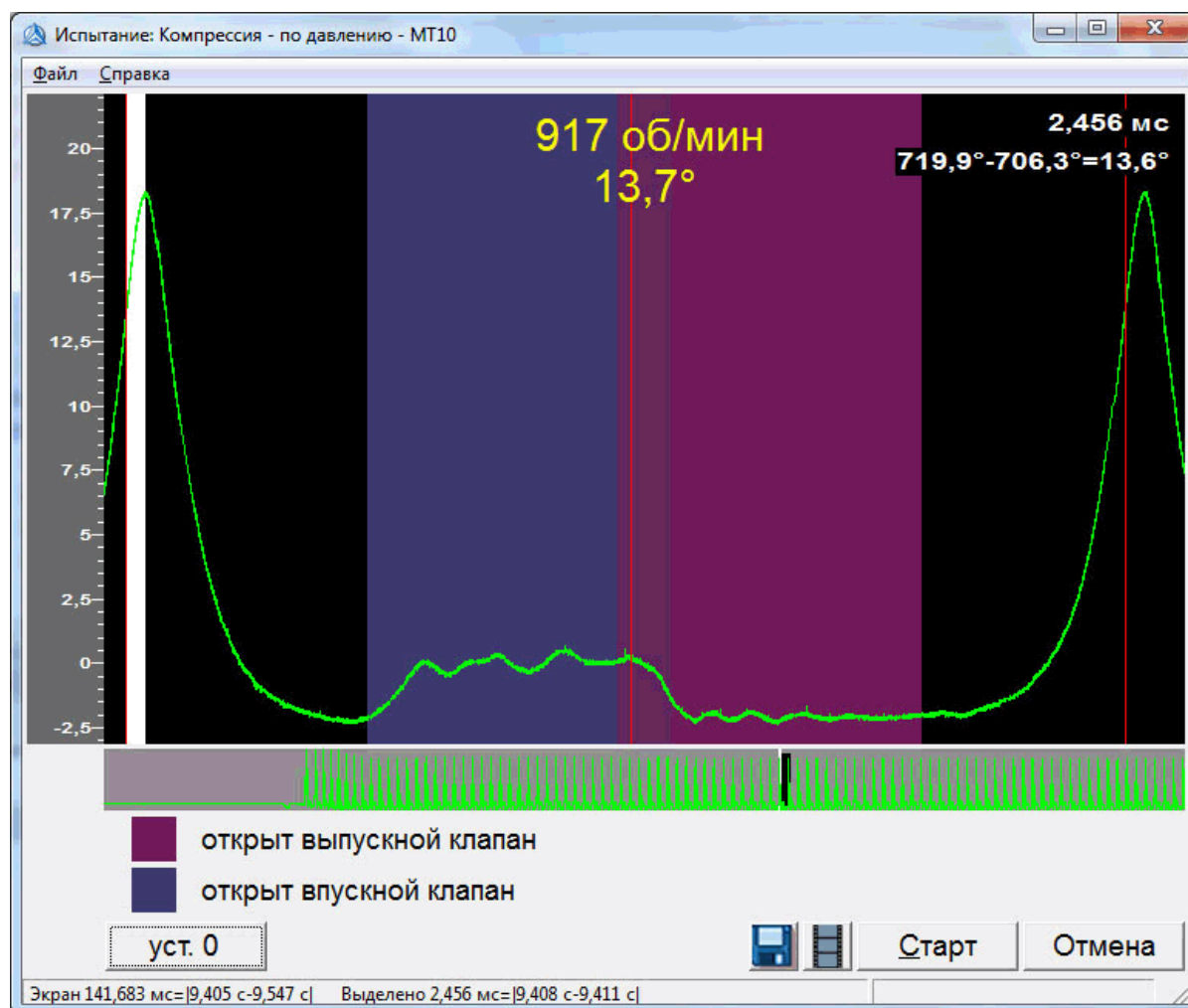
Четвертое условие - чтобы снизить вероятность ошибки при диагностировании состояния ЦПГ и клапанов по результатам замера компрессии нужно **перепроверить зазоры** в клапанах и состояние кулачков распредвала.


Соблюдение всех этих условий в значительной степени снижает вероятность неправильных выводов о состоянии ЦПГ и клапанов по результатам замера компрессии.


4.2.2 Проверка работы ГРМ

Простой замер компрессии не позволяет в полной мере оценить состояние ЦПГ, т.к. на результат измерений оказывает влияние и правильность установки фаз ГРМ. Использование датчика давления ДД-4/6/8/10 позволяет оценить правильность установки фаз без разборки двигателя и оценить работу газораспределительного механизма в динамике на работающем двигателе. Для этого служит испытание **ЦПГ Ø Динамическая компрессия**.

На следующем рисунке представлена диаграмма изменения давления в цилиндре 4-х тактного ДВС, без возникновения горения.



- График зеленого цвета представляет собой сигнал, полученный с датчика давления.
- Вертикальные красные линии показывают момент зажигания (с датчиков ДВН-2/4 или КСИ-4) или впрыска (при установке на топливную трубку пьезодатчика). Если пьезодатчик установлен на трубку того же цилиндра, в котором производится измерение давления, к ней необходимо подключить исправную форсунку. Можно установить пьезодатчик на топливные трубки других цилиндров (указав номер цилиндра в экране настройки теста). Но в этом случае угол впрыска может немного отличаться от реального из-за большой неравномерности вращения коленвала при одном неработающем цилиндре.
- Фиолетовая и синяя зоны – зоны открытия выпускных и впускных клапанов (взятых из описания двигателя).
- Кнопка "уст. 0" устанавливает 0 "Y-шкалы" при атмосферном давлении (*датчик давления должен быть подключен к адаптеру*).
-  или клавиша "F7" - запись видимой части в базу данных/

-  или клавиши **"Ctrl" + "F7"** - запись всего принятого в базу данных, но не более 1 минуты.
- Кнопка **"Старт"** или **"Стоп"** переключает программу в соответствующий режим.
- Элемент управления **"Y-шкала"** условно разделен по вертикали на три области. При наведении мыши на каждую из этих областей соответствующим образом изменяется вид курсора. Верхняя и нижняя из вышеупомянутых областей служат для изменения размаха графика сигнала сверху и снизу, соответственно. Средняя – для смещения всего графика по вертикали.
Пользоваться управлением элемента **"Y-шкала"** лучше в режиме **"Стоп"**, т.к. во время испытания возможен пропуск пакетов данных от адаптера (пропуски будут видны на **"Панели навигации"**).
- Элемент управления **"Навигационная панель"** доступен только в режиме **"Стоп"** и также имеет три чувствительные для мыши области . С помощью левой кнопки мыши можно перемещать как границы области просмотра, вызывая тем самым изменение масштаба по горизонтали, так и саму область просмотра по всей длине файла.
Нажатие левой кнопки мыши слева или справа от области просмотра перемещает её к точке курсора, не изменяя её длительность. Также при нажатой клавише **<Shift>** передвигает только соответствующую границу видимости.
- Элемент управления **"Панель отображения"** доступен только в режиме **"Стоп"** для изменения длительности и положения курсора.
- Для прокрутки по оси X можно использовать колесико мыши. Удерживая клавишу **"Ctrl"** ,и, вращая колесико мыши, можно изменять масштаб по оси X.

Горячие клавиши

- **<Shift>+<стрелка вверх-вниз>** - изменение размаха графика сигнала активной панели отображения.
- **<стрелка_вверх-вниз>** - смещение графика сигнала активной панели отображения по оси Y.
- **<Ctrl>+<стрелка вверх-вниз>** - изменение размаха графика сигнала активной панели отображения.

Горячие клавиши только в режиме "Стоп"

- **<+>, <->** - изменения масштаба просмотра по оси X
- **<стрелка влево>** - перемещение курсора влево
<стрелка вправо> - перемещение курсора вправо
- **<Ctrl><+>** - увеличить (уменьшить) выделенную область до размера окна
<Ctrl><-> - отменить изменение выделенной области до размера окна
- **<Ctrl><стрелка влево>** - перемещение визира влево на один замер
<Ctrl><стрелка вправо> - перемещение визира вправо на один замер
- **<Shift><стрелка вправо>** - начать выделение области графика с текущей позиции визира вправо (по пикселям)
<Shift><стрелка влево> - начать выделение области графика с текущей позиции визира влево (по пикселям)
- **<Ctrl><Shift><стрелка вправо>** - начать выделение области графика с текущей позиции визира вправо (по замерам)

<Ctrl><Shift><стрелка влево> - начать выделение области графика с текущей позиции визира влево (по замерам)

- <Home> - переводит курсор к началу видимой области
<End> - переводит курсор к концу видимой области
- <Shift><Home> - выделить область от текущего положения визира до начала области видимости
<Shift><End> - выделить область от текущего положения визира до конца области
- <PgUp> - переводит область видимости на предыдущий кадр, с синхронизацией по вершинам (если он есть)
<PgDn> - переводит область видимости на следующий кадр с синхронизацией по вершинам (если он есть)
- <Ctrl><PgUp> - постраничное выделение вперед
<Ctrl><PgDn> - постраничное выделение назад

На графике рисуется диаграмма, характеризующая один полный цикл работы двигателя, т.е. 720 град. или два оборота коленвала.

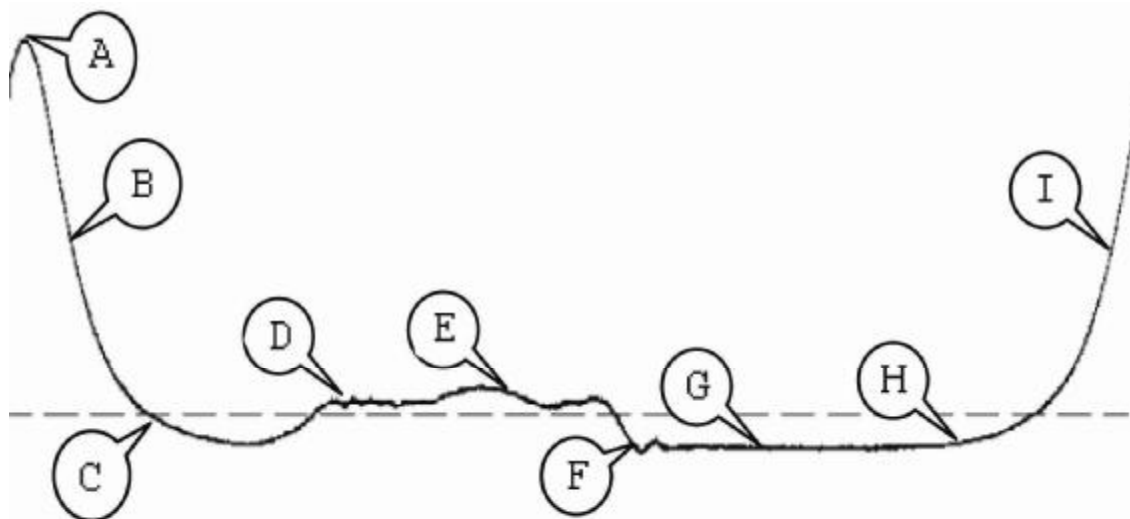
Когда поршень достигает верхней мертвой точки (ВМТ), то одновременно с этим достигается максимум давления в цилиндре. Точка максимума давления на графике однозначно идентифицирует ВМТ. Разница между началом воспламенения (красная линия) и ВМТ есть угол опережения зажигания.

Вторую верхнюю мертвую точку в фазе выпуска (360 град), называют серединой зоны перекрытия клапанов. Зона перекрытия клапанов - это когда в фазе выпуска впускной клапан открывается перед тем, как закроется выпускной, т. е. в этот момент оба клапана открыты. Момент открытия впускного и закрытия выпускного клапана отстоит от ВМТ, в основном, на одинаковом расстоянии (например, $\pm 20^\circ$ - для двигателя ЗМЗ - 4062). Это значит, что впускной клапан открывается на 20° раньше ВМТ, а выпускной клапан закрывается на 20° позже ВМТ.

На графике середину зоны можно определить по началу спада давления, после фазы выпуска. По графику мы достоверно можем контролировать только начало открытия и закрытия выпускного клапана. Начало открытия и закрытия впускного клапана точно определить затруднительно, возможно лишь приблизительно оценить.

Необходимо обратить внимание на то, что показание давления в момент сжатия смеси отличается от значений измеренных компрессографом при прокрутке стартером. Измерение компрессографом проводится при полностью открытой дроссельной заслонке. А показанный график соответствует оборотам холостого хода, когда дроссельная заслонка почти закрыта и воздуха в цилиндр поступает меньше. Максимальное давление достигает значений измеренных компрессографом только на больших оборотах, когда дроссельная заслонка полностью открывается.

График изменения давления в цилиндре за полный цикл приведен на следующем рисунке.



А - Зона готовности

- Поршень в ВМТ.
- Содержимое цилиндра сжато.
- Оба клапана закрыты.
- Все готово к поджигу смеси.

В - Зона мощности

- Оба клапана остаются закрытыми.
- Поршень быстро возобновил движение.
- Скорость поршня достигает предельного значения в середине пути.
- Скорость поршня быстро уменьшается в конце хода.

С - Зона вакуума 1

- Оба клапана остаются закрытыми.
- Сброс давления в цилиндре, быстрое движение поршня вниз создало вакуум.
- Выпускной клапан готов открыться.

D - Зона начала выхлопа

- Выпускной клапан открылся до НМТ.
- Поршень заводится в НМТ.

Е - Зона выхлопа

- Поршень быстро возобновил движение.
- Поршень удаляет содержание цилиндра через открытый выпускной клапан.
- Скорость поршня достигает предельного значения в середине пути.
- Скорость поршня быстро уменьшается в конце хода.
- Открылся выпускной клапан.

F - Зона установки в нуль

- Поршень заводится в ВМТ.
- Клапан выхлопа закрылся.
- Впускной клапан продолжает открываться.

G - Зона впуска

- Впускной клапан открылся.
- Поршень быстро возобновил движение вниз.
- Движение вниз поршня вовлекает воздух в цилиндр через открытый впускной клапан.
- Движение вниз поршня создало вакуум в цилиндре (при прокрутке стартером обнаружимо, только при закрытой дроссельной заслонке).
- Скорость поршня достигает предельного значения в середине пути.
- Скорость поршня быстро уменьшается в конце хода.

H - Зона вакуума 2

- Поршень заводится в НМТ.
- Впускной клапан закрылся.

I - Сжатие.

- Оба клапана закрыты.
- Поршень быстро возобновил движение.
- Содержимое цилиндра сжимается поршнем.
- Скорость поршня достигает предельного значения в середине пути.
- Скорость поршня быстро уменьшается в конце хода.

Анализируя вышеприведенную диаграмму, можно установить ряд неисправностей, которые тяжело выявить без разбора двигателя.

1. Динамическое значение компрессии на оборотах холостого хода приблизительно в два раза меньше значения, измеренного механическим компрессометром. На исправном двигателе

давление в цилиндре с ростом оборотов должно расти. Если с ростом оборотов давление падает, то это говорит об изношенности цилиндропоршневой группы.

2. Если в фазе выпуска наблюдается рост среднего давления в выпускном коллекторе выше 0,6 атм., то это означает, что в выпускной системе имеется сопротивление больше положенного. Этот факт может означать частичное или полное разрушение катализатора. При этом возможно смещение всего графика давления вверх. Обычно, давление в выпускном коллекторе составляет порядка 0,2 атм.
3. Середина зоны перекрытия клапанов на графике должна находиться в ВМТ фазы выпуска, т.е. через 360° после первой ВМТ. Исключение составляют двигатели с изменяемой фазой газораспределения. Середина зоны на графике определяется по началу резкого спада давления. При правильно установленном ремне ГРМ эта точка будет находиться в районе $360^{\circ} \pm 4^{\circ}$. Если она расположена ближе или дальше, то этот факт указывает на неправильно установленный ремень ГРМ. Например, один зубец ремня ГРМ на 8-ми клапанных двигателях ВАЗ дает смещение в 12°. При правильно установленном ремне и оборотах более 2000 об/мин на графике наблюдается режим продувки, который характеризуется ростом давления в зоне перекрытия клапанов. Если ремень установлен со смещением, то роста давления не будет, но зато появится небольшой пологий горб в фазе выпуска.
4. Смещение характерных точек на несколько градусов может быть свидетельством неправильно отрегулированных клапанов. Если смещение уменьшается с ростом оборотов, то это факт говорит о слабом натяжении ремня ГРМ.
5. Если в зоне начала открытия выпускного клапана отсутствует разрежение, то это говорит о неправильной работе выпускного клапана (зависание, раннее открытие). Если отсутствует разрежение в зоне за точкой ВМТ фазы выпуска, то это означает неправильную работу впускного клапана.

4.2.3 Проверка неравномерности вращения двигателя

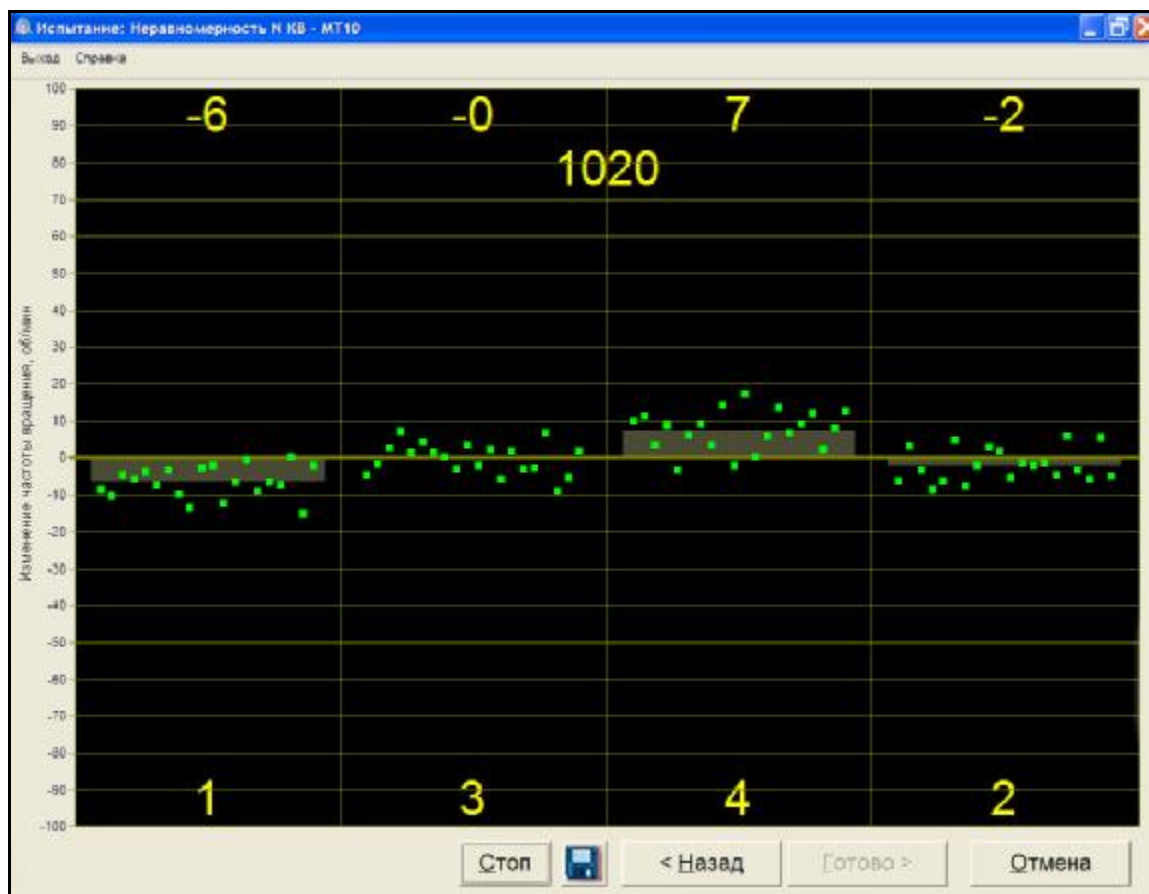
Это испытание предназначено для того, чтобы посмотреть характер изменения оборотов двигателя за один цикл работы (2 оборота коленвала). Каждый цилиндр двигателя вносит свой вклад в работу двигателя. Если по какой-либо причине цилиндр не работает или эффективность его работы меньше других, то это отразится на угловой скорости вращения коленвала в период работы данного цилиндра. В программе возможно два варианта этого испытания – по датчикам высокого напряжения (**ЦПГ Ø Неравн. вращ. КВ (по ДВН)**) и по датчику коленвала (**ЦПГ Ø Неравн. вращ. КВ (по КВ)**).

В первом варианте измеряется время между двумя соседними импульсами зажигания. Чем меньше время до соседнего импульса, тем больше вклад цилиндра.

Для проведения испытания на двигателе с распределителем необходимо подключить датчик ДВН-2А к центральному высоковольтному проводу и клещи КСИ-4 к проводу первого цилиндра.

На системах с двухвыводными катушками черный датчик ДВН-4А-М (подключенный к входу «KV-») подключить к проводам отрицательных выводов катушек, а красный датчик ДВН-4А-П (подключенный к входу «KV+») – к проводам положительных выводов катушек. Клещи КСИ-4 подключить к проводу первого цилиндра (только на 6-ти и более цилиндровых двигателях).

Испытание с использованием датчика коленвала даёт большую точность измерений. Для проведения испытания необходимо подать на вход ДПКВ/ДВМТ(CPS/DPS) сигнал с датчика положения коленвала. Подключение см. в п. 2.1 - **Вход синхронизации «ДПКВ/ДВМТ (CPS/DPS)»**



В верхней строке выводятся абсолютные значения изменения частоты вращения коленвала по цилиндрам, в нижней – номера цилиндров. Столбиковая диаграмма показывает среднее значение изменений.

Для более наглядного результата рекомендуется включить потребители энергии, такие как дальний свет фар и обогрев заднего стекла.

Опыт показывает, что результаты измерений сильно зависят от конструкции двигателя. На некоторых двигателях провал оборотов сильнее отражается на следующем цилиндре, так как неработающий цилиндр вращается еще по инерции, а следующий цилиндр начинает работать с упавших оборотов. По этому испытанию можно говорить лишь о наличии проблемы, но не всегда в каком именно цилиндре. Можно искусственно ввести неисправность – например отключить форсунку или зажигание в одном цилиндре и проверить совпадение измерений в программе.

4.2.4 Цилиндровый баланс

Более точно оценить эффективность работы цилиндров можно при помощи испытания «Цилиндровый баланс». В программе возможны два варианта – с блокировкой зажигания (**ЦПГ Ø Цил.баланс (блок.заж)**) и с отключением форсунок (только с коммутатором **КФ-2**) (**ЦПГ Ø Цил.баланс (откл.форс)**). В первом варианте при проведении испытания по очереди отключается зажигание в одном из цилиндров и измеряется падение частоты вращения коленвала и изменение разрежения во впускном коллекторе. После трех циклов выводятся средние значения падения частоты каждого цилиндра. Чем меньше получившееся число, тем меньше эффективность работы цилиндра.

Для проведения испытания необходимо подключиться к первичной цепи катушки (или катушек или модуля) зажигания как описано в **п.2.1 - Первичные цепи зажигания/Форсунки (Primary Leads/Injectors)**. Индуктивные клещи **КСИ-4** укрепить на высоковольтном проводе первого цилиндра (только для систем с распределителем). Датчик давления **ДТК-2** подключается через тройник к штуцеру на впускном коллекторе (например к магистрали вакуумного корректора УОЗ или регулятора давления топлива).

Примечание: при испытании обязательно подключить кабель **АМ4-ПП1-АКК** к аккумулятору автомобиля!

При испытании с отключением форсунок при помощи коммутатора **КФ-2** по очереди отключаются форсунки и измеряется падение частоты вращения коленвала и изменение разрежения во впускном коллекторе.

Полезно также использование показаний газоанализатора при проведении этих испытаний. По изменениям уровня СН можно судить об эффективности системы топливоподачи.

Для автомобилей, оснащенных каталитическим нейтрализатором, испытание с блокировкой зажигания производить не рекомендуется, т.к. несгоревшее топливо может вывести из строя катализатор. Кроме того на многих автомобилях с нейтрализатором система распознает пропуски зажигания и переходит на аварийный алгоритм работы с отключением «неисправного» цилиндра. Это будет приводить к неправильным измерениям.

ПРИМЕЧАНИЕ: на автомобилях с ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ВЕНТИЛЯТОРА системы охлаждения перед проведением испытания рекомендуется включить салонный отопитель (печку) на максимальную мощность, т.к. включение вентилятора во время проведения испытания сильно искажает результаты.

4.3 Диагностика системы зажигания

Система зажигания в настоящее время делится на три основных вида:

- контактная система,
- бесконтактная система,
- микропроцессорная система.

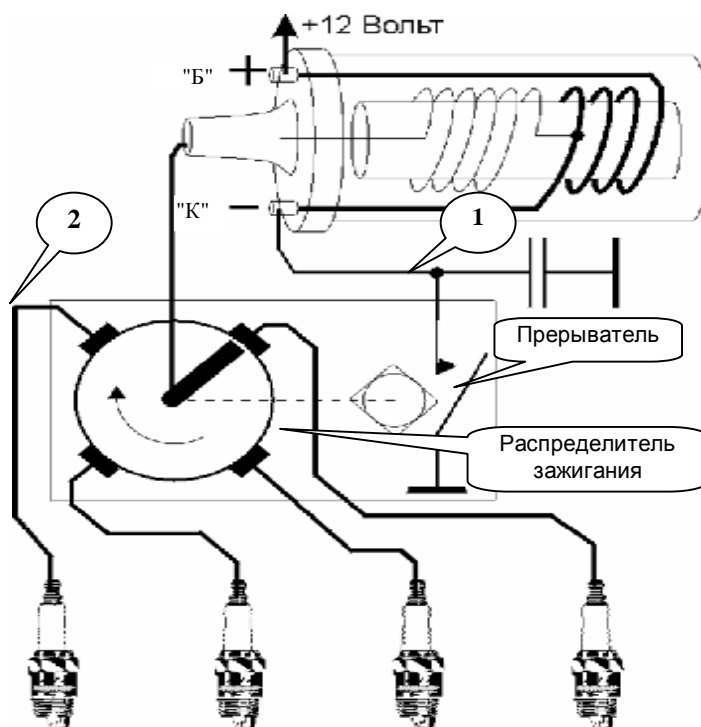
Микропроцессорная система может иметь различные варианты реализации:

- с механическим распределителем,
- с катушками зажигания с двумя выходами,
- с отдельными катушками на каждой свече.

Каждая система имеет свой набор датчиков и исполнительных устройств. Первичное напряжение на катушках зажигания во всех системах будет разным.

4.3.1 Диагностика первичных цепей зажигания автомобилей с контактной системой зажигания

В состав этой системы входит прерыватель, конденсатор, катушка и распределитель зажигания. Катушка одной клеммой подключена к аккумулятору, а другой к прерывателю. Это значит, что в исходном состоянии на конце прерывателя, не подключенном к земле, будет +12 В.



В момент прокрутки распределителя зажигания, когда бегунок находится между контактами токосъемника распределителя, происходит замыкание прерывателя на землю, и через катушку начинает течь ток. Идет накопление энергии в катушке.

В момент прохода бегунка распределителя над токосъемником свечи, контакт прерывателя размыкается. При этом во вторичной обмотке катушки индуцируется высокое напряжение (до 15 кВ), а в первичной обмотке – напряжение самоиндукции (не менее 250 В). Происходит пробой искрового промежутка свечи.

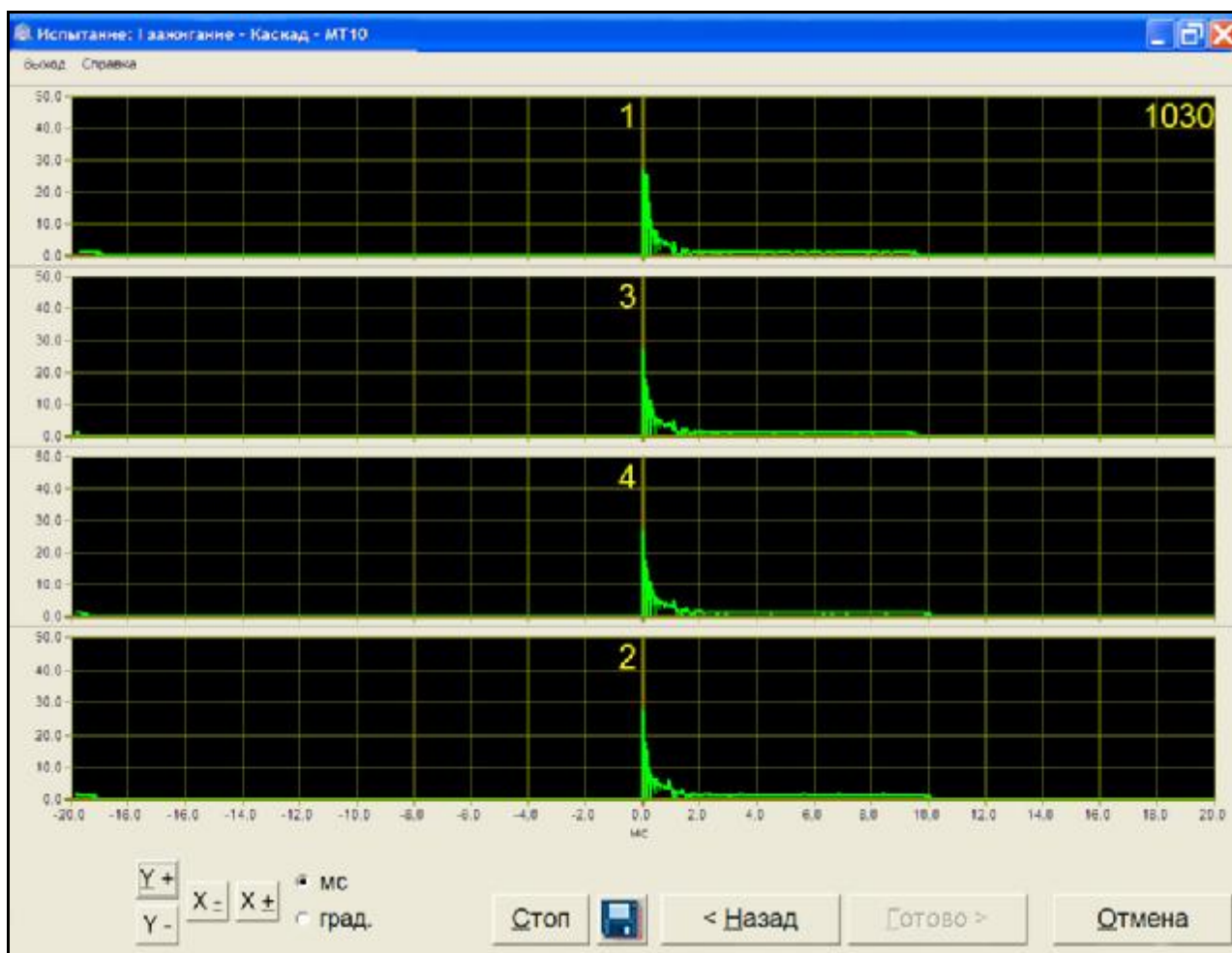
Для проверки контактной системы зажигания нужно проверить сигнал первичного напряжения на катушке и его параметры. Это можно сделать в испытаниях **I зажигания**.

Для подключения к катушке необходимо использовать кабель-адаптер **АМ4-СВ1-Б1**, подключенный через кабель **АМ4-С73-БЛОК** ко входу «Первичные цепи зажигания/Форсунки». Красный разъем типа «крокодил» подключается к клемме «+» («Б»), голубой разъем – к клемме «–» («К») катушки (1).

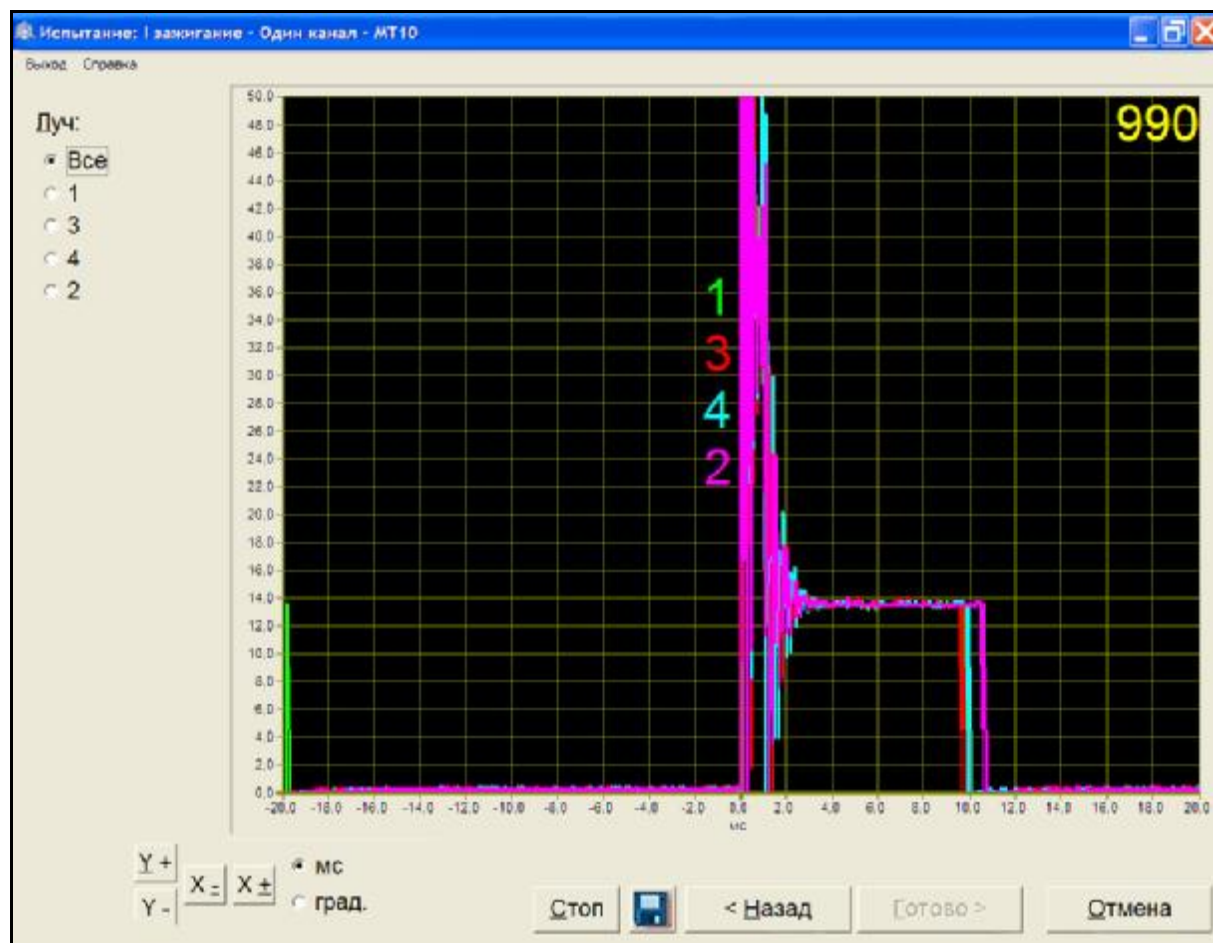
Индуктивные клещи **КСИ-4** необходимо установить на высоковольтный провод первого цилиндра. Они нужны для правильного отображения номеров цилиндров в измерениях. При

неустойчивой синхронизации (номера цилиндров пропадают) можно попробовать перевернуть клещи, либо переместить их ближе или дальше к свече зажигания. Также можно отодвинуть высоковольтный провод от остальных проводов.

Просмотр напряжения первичной цепи зажигания возможен в виде “каскада” импульсов зажигания, выбрав испытание **I** зажигание Ø каскад, при этом импульсы располагаются друг под другом в порядке работы цилиндров.

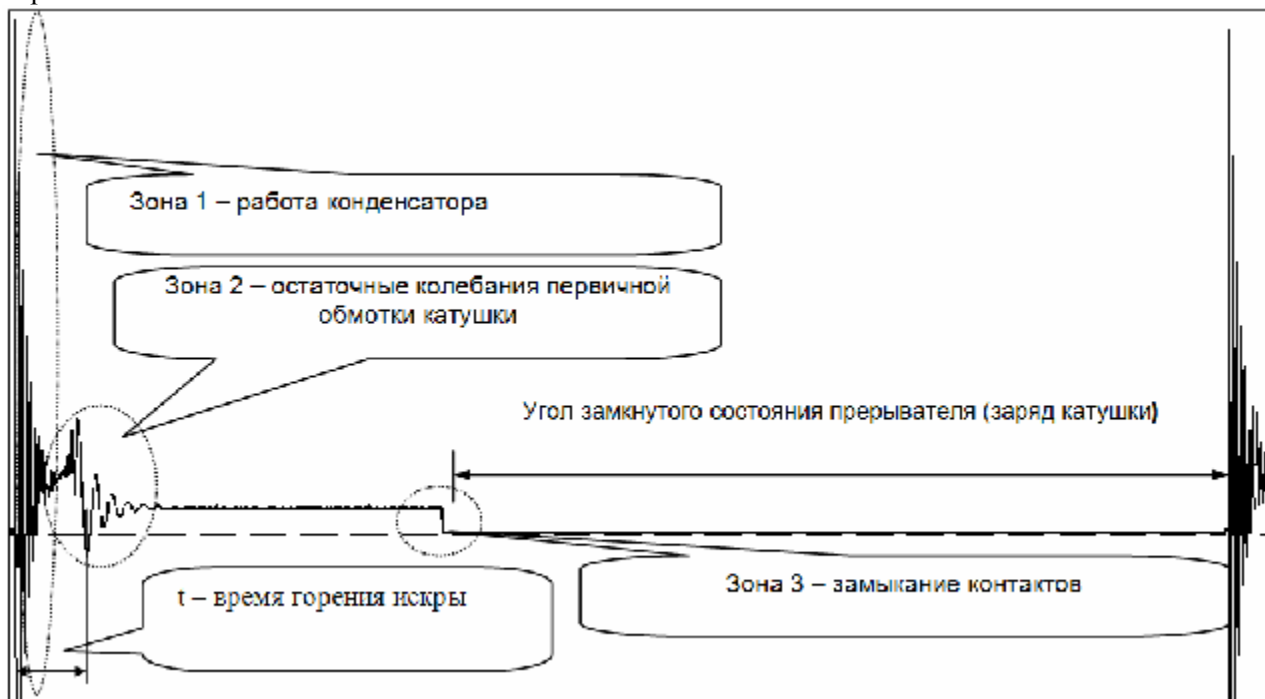


или по одному цилиндру или с наложением в испытании **I** зажигание Ø 1 катушка.



Развертка может быть как временной, так и градусной.

Осциллограмма сигнала в первичной цепи контактной системы зажигания выглядит следующим образом:



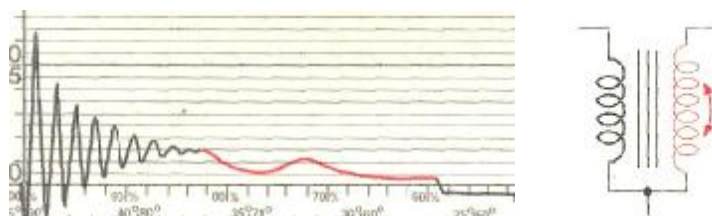
Амплитуда пика колебаний зоны 1 должна быть больше 250 В.

Малое количество колебаний в момент горения плазмы t , указывает на неисправность конденсатора.

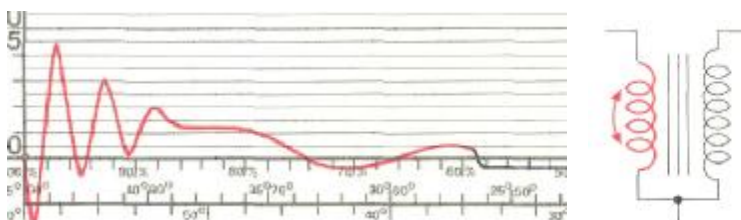
Пологий спад импульса в момент начала заряда (зона 3) указывает на плохое состояние контактов. Несколько импульсов в этой зоне, говорят о “дребезге” контактов.

В контактных системах УЗСК должен соответствовать паспортным данным. Он не зависит от количества оборотов. Несоответствие угла замкнутого состояния паспортным данным указывает на неправильный зазор в контактах. Изменение УЗСК с количеством оборотов указывает на слабую пружину контактов. Чем больше УЗСК, тем меньший зазор контактов прерывателя, и наоборот.

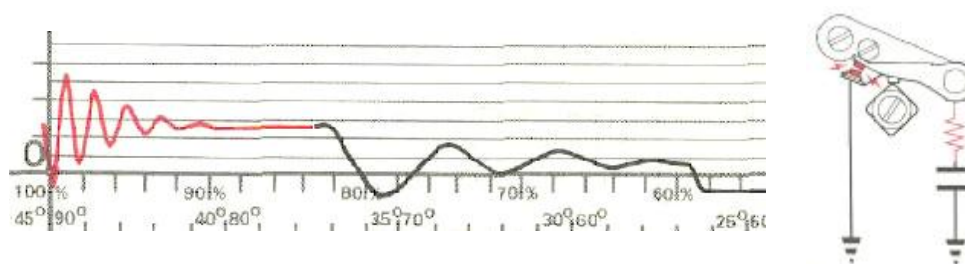
Количество остаточных колебаний (зона 2) должно быть не менее 4. Если их меньше, а особенно, если их нет совсем, то это указывает на короткозамкнутые витки в первичной обмотке.



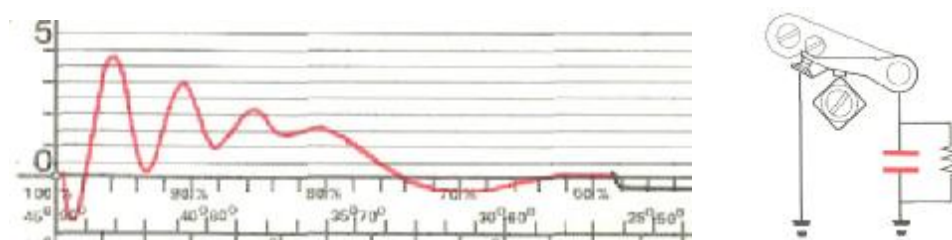
Уменьшение количества колебаний и в первой и во второй зоне указывает на короткое замыкание витки первичной катушки:



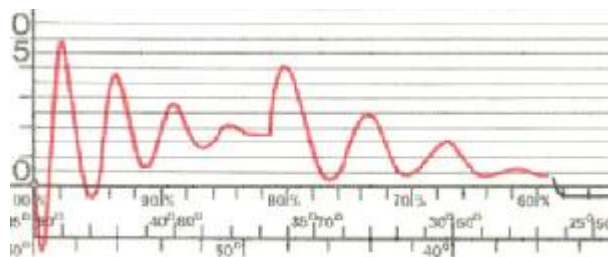
Повышенное сопротивление контактов конденсатора снижает количество колебаний после размыкания до 1/3 от нормального значения. Число оставшихся колебаний 1...3. Снижение амплитуды и числа колебаний первичного сигнала после размыкания прерывателя указывает на присутствие большого сопротивления в соединениях с конденсатором или на его неисправность.



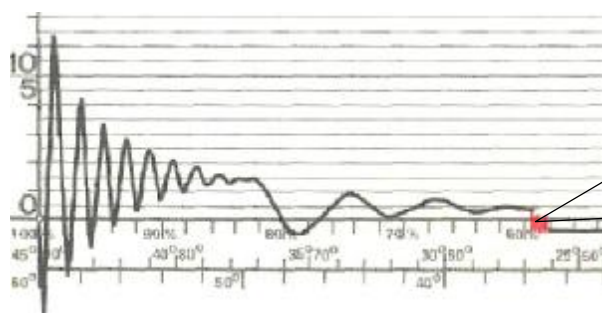
Снижение амплитуды и числа колебаний в обеих зонах колебаний диапазона открытого состояния на первичном сигнале указывает на пробой конденсатора или может быть вызвано нарушением его изоляции.



Усиленное затухание колебаний напряжения на первичном сигнале в первой зоне и особенно в зоне колебаний после прекращения тока во вторичной цепи указывают на повышенную емкость конденсатора.



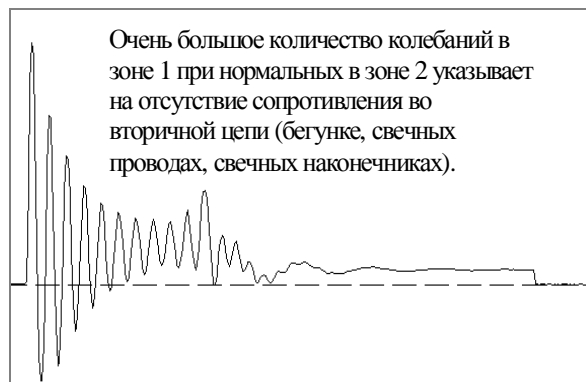
Контакты прерывателя под действием повышенной электрохимической и тепловой нагрузки окисляются и обгорают. Контакты с обгоревшей поверхностью нарушают надежность управления зажиганием, поэтому может снижаться мощность зажигания



Линия замыкания должна быть одна, крутая, и четкая. Иначе - плохой контакт прерывателя из-за:

1. Окисление контактов
2. Заедание рычажка
3. Слабая пружина и т.д.

Уменьшение длительности горения в одном из цилиндров указывает на дефект в цепях системы зажигания этого цилиндра. При неисправностях высоковольтной обмотки катушки зажигания, сопротивления бегунка трамблера, центрального провода длительность горения уменьшится во всех цилиндрах. Время горения искры при нормальных условиях должно составлять более 1,2 мс.



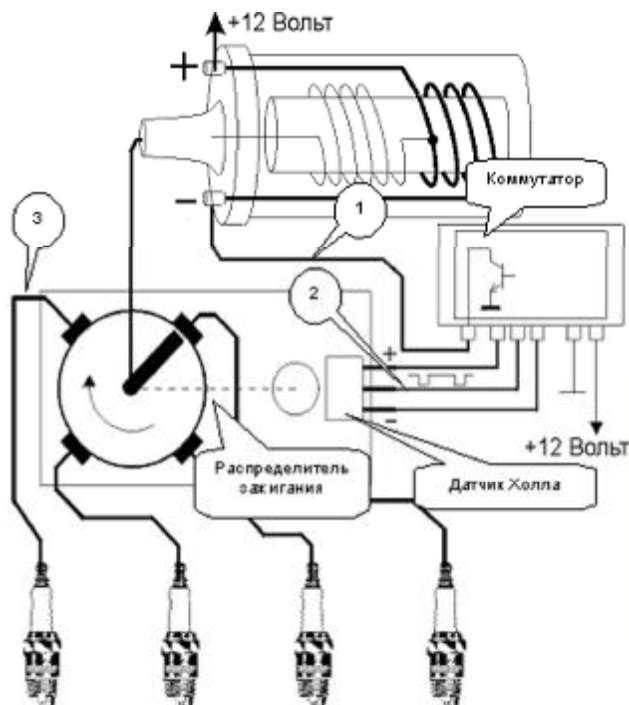
4.3.2 Диагностика первичных цепей зажигания автомобилей с бесконтактной системой зажигания

Эта система в своем составе имеет датчик Холла (ДХ), коммутатор, катушку и распределитель зажигания. Катушка одной клеммой подключена к аккумулятору, а другой к выходному транзистору коммутатора.

Датчик Холла механически связан с распределителем зажигания. С коммутатора на ДХ поступает напряжение питания. Когда бегунок распределителя зажигания проходит над контактом, датчик Холла вырабатывает управляющий импульс (замыкает вход коммутатора на землю). По этому фронту (перепаду управляющего сигнала в ноль) коммутатор размыкает выходной транзистор. При этом во вторичной обмотке катушки индуцируется высокое напряжение (до 20 кВ), а в первичной обмотке - напряжение самоиндукции (более 300В). В итоге, на свече появляется высоковольтное напряжение и происходит пробой искрового промежутка в свече.

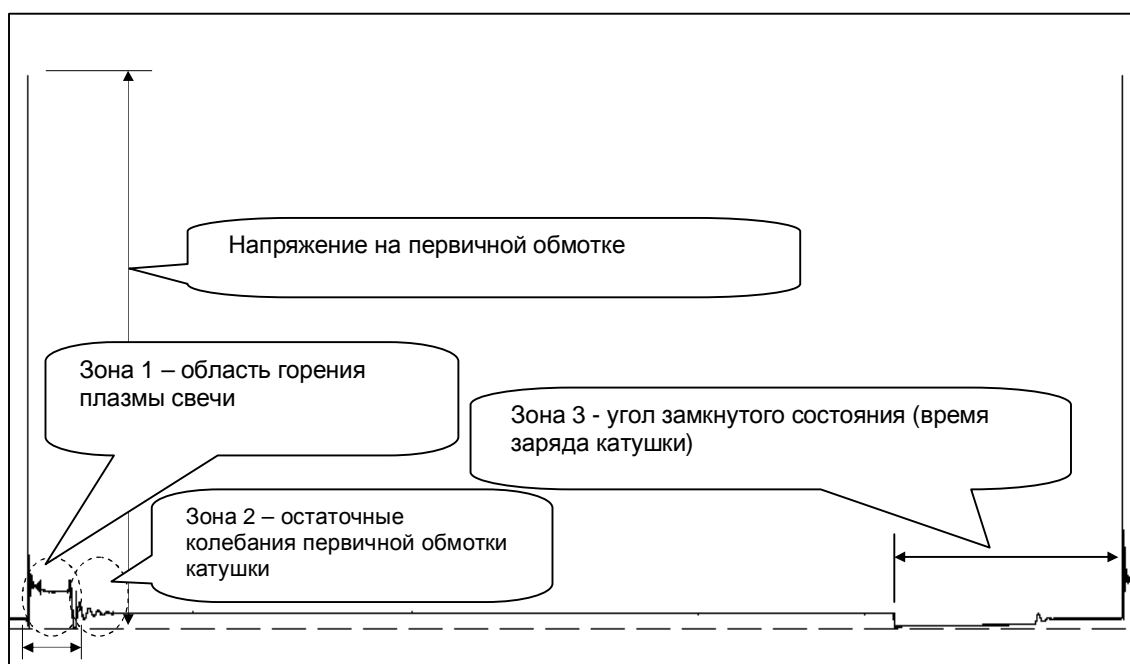
Для проверки такой системы зажигания нужно рассмотреть сигнал датчика Холла и первичного напряжения на катушке. Это можно сделать в испытаниях **І зажигание**.

Для подключения к катушке необходимо использовать кабель-адаптер АМ4-СВ1-Б1, подключенный через кабель АМ4-С73-БЛОК ко входу «Первичные цепи зажигания/Форсунки». Красный разъем типа «крокодил» подключается к клемме «+» («Б»), голубой разъем – к клемме «–» («К») катушки (1).



Индуктивные клещи КСИ-4 необходимо установить на высоковольтный провод первого цилиндра. Они нужны для правильного отображения номеров цилиндров в измерениях. При неустойчивой синхронизации (номера цилиндров пропадают) можно попробовать перевернуть клещи, либо переместить их ближе или дальше к свече зажигания. Также можно отодвинуть высоковольтный провод от остальных проводов.

Просмотр напряжения первичной цепи зажигания возможен в виде “каскада” импульсов зажигания, выбрав испытание **І зажигание** **Ї каскад**, при этом импульсы располагаются друг под другом в порядке работы цилиндров, или по одному цилиндру или с наложением в испытании **І зажигание** **Ї 1 катушка**.

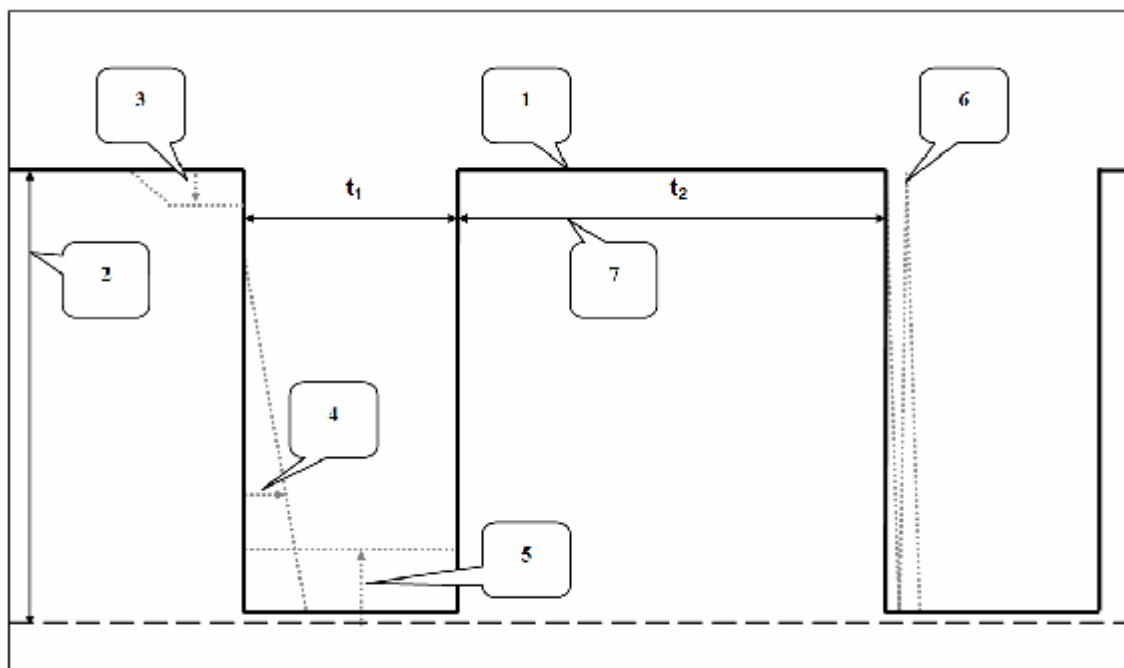


Количество остаточных колебаний (зона 2) должно быть не менее 4-х. Меньшее их количество, а особенно их отсутствие, указывает на короткозамкнутые витки в первичной обмотке.

Время горения искры при нормальных условиях должно составлять более 1,2 мс. Если с уменьшением длительности горения повышается напряжение во время горения в первичной обмотке, то это может говорить об очень большом зазоре искрового промежутка в свече. Измерять и сравнивать значения времени накопления, УЗСК, разброс УЗСК по цилиндрам, падения напряжения на коммутаторе можно в испытании **1 зажигание 5 Измерения.**

Просмотреть сигнал датчика Холла, напряжение его питания можно в режиме осциллографа, подключая его выводы ко входу «Вход 1(IN1)». Для подключения используются кабель-пробник АМ4-С11-Ж и подходящие по размеру переходники ШП-3-ХХ, ШП-КГ («крокодил»), ЩУПЫ-ИГЛЫ.

Все неисправности, связанные с датчиком Холла и входными частями коммутатора, отображены на рисунке. Пунктирными линиями отображены возможные отклонения сигнала от нормального:



1 - Идеальный импульс датчика Холла (жирная сплошная линия).

2 - Опорное напряжение, формируемое входными цепями коммутатора. Если оно ниже 6 В, то либо датчик Холла его “подсаживает”, на землю, либо неисправны входные цепи коммутатора. Также необходимо проверить цепь питания датчика Холла и коммутатора.

3 - Падение напряжения в этой части говорит о дефектах в цепи питания ДХ или коммутатора.

4 - Затягивание переднего фронта говорит о неисправности выходного транзистора датчика Холла.

5 - После того, как датчик Холла замкнул свой выход на землю, напряжение на выходе должно упасть до 0...0,6 В. Более высокое напряжение указывает на возможную неисправность ДХ или коммутатора.

6 - Фронт импульса должен быть один, крутой и четкий. Если присутствует 2 или более импульсов, возможно, неисправен датчик Холла.

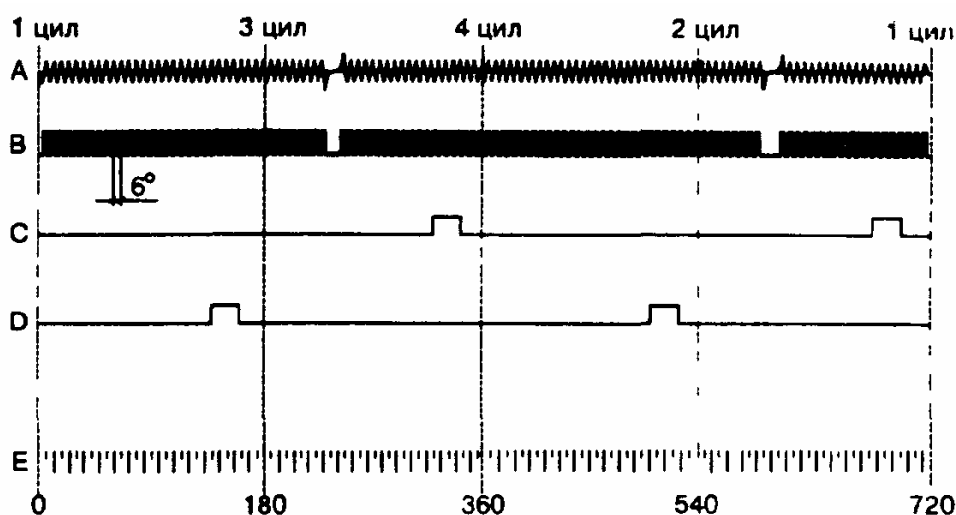
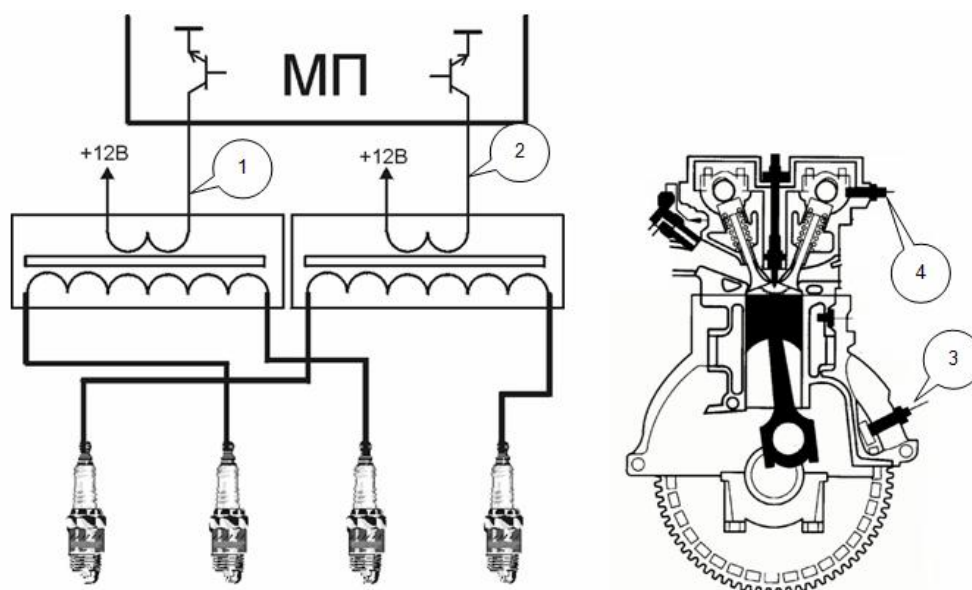
4.3.3 Диагностика первичных цепей зажигания автомобилей с двухвыводными катушками зажигания

В микропроцессорных системах применяются катушки зажигания с механическим распределителем, катушки с двумя выводами, или один модуль зажигания, который состоит из двух или нескольких катушек и, соответственно, двух или нескольких коммутаторов, либо индивидуальные катушки на каждый цилиндр. В системах с двухвыводными катушками искра появляется на двух свечах одновременно. В каждом цилиндре происходит два искровых разряда, один в момент рабочего такта, второй – в конце такта выпуска. Началом накопления энергии, углом

замкнутого состояния (УЗСК) и моментом возникновения искры управляет микроконтроллер, который получает информацию от датчиков угла поворота коленчатого вала, положения дроссельной заслонки, давления, массового расхода воздуха, температуры, детонации и т. д. Неисправность любого из этих датчиков может вызвать неправильную работу системы зажигания. (Двухвыводные катушки иногда применяются на двухцилиндровых двигателях с обычной бесконтактной или механической системой зажигания).

Если на автомобиле установлен интегрированный модуль или катушки зажигания, то проконтролировать первичное напряжение на катушке нельзя, так как выводы первичной цепи катушек недоступны. Можно лишь увидеть низковольтные сигналы, идущие от контроллера к модулю. Такие модули применяются, например, в автомобилях ВАЗ-21093i, 21102, 21103, 2111, 2112, 2123.

Если микроконтроллер имеет выходы для подключения катушек (например, ГАЗ-3110, ВАЗ 211Х), или силовые транзисторы стоят отдельно, то можно увидеть первичное напряжение – такое же, как на бесконтактной системе зажигания (см. выше). На два оборота коленвала будет два импульса первичного напряжения.



Сигналы системы электронного зажигания ВАЗ:

A - импульсы напряжения с датчика положения коленчатого вала, B - преобразованный сигнал ДПКВ, C - сигнал "Момент зажигания" на 1 и 4 цилиндры, D - сигнал "Момент зажигания" на 2 и 3 цилиндры, E - положение коленчатого вала относительно ВМТ первого цилиндра

Для проверки микропроцессорной системы зажигания с двухвыводными катушками нужно рассмотреть сигналы первичного напряжения зажигания (1, 2).

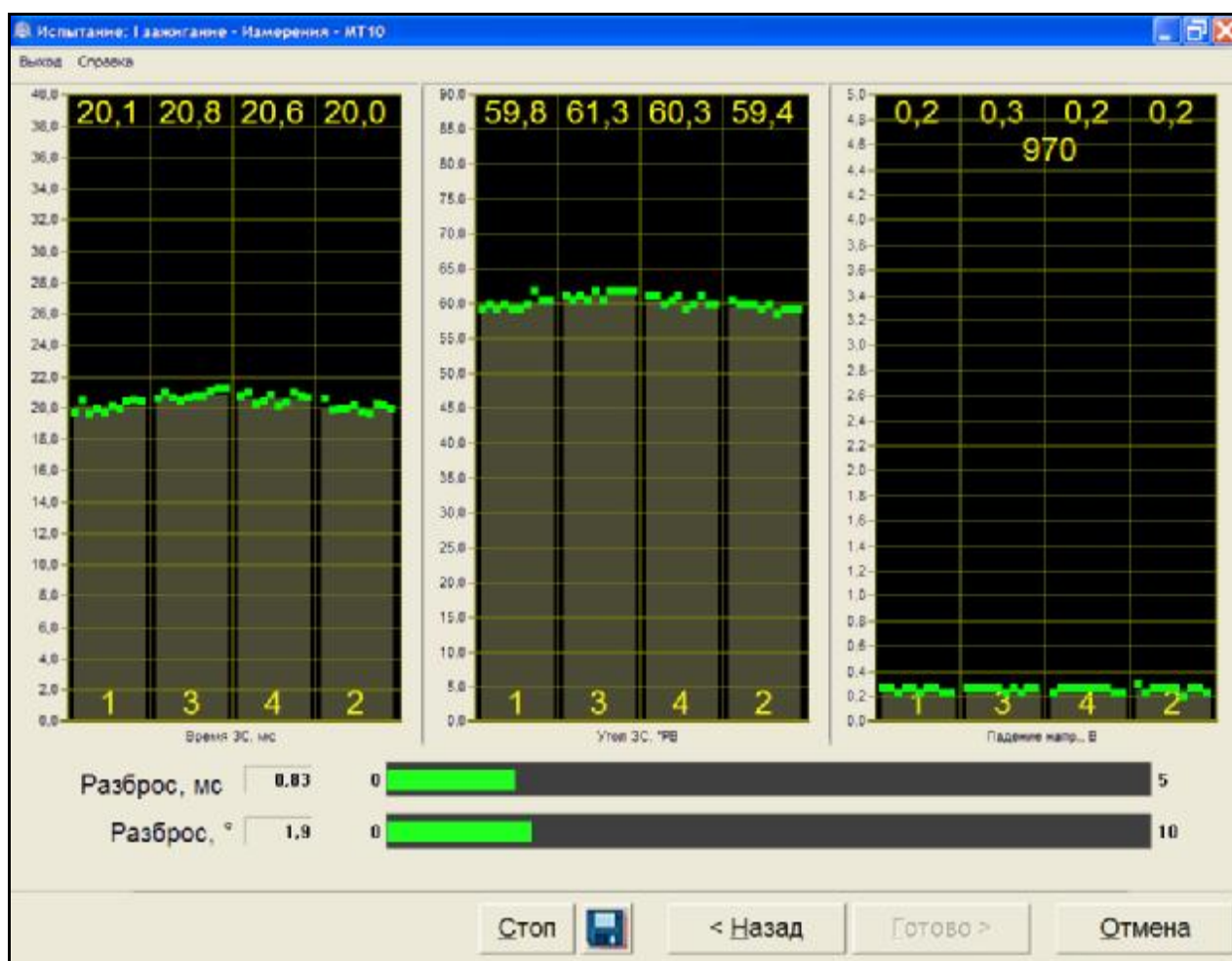
Подключение к катушкам зажигания описано в п.2.1-Первичные цепи зажигания/Форсунки (Primary Leads/Injectors).

Не забывайте правильно указывать тип системы зажигания и порядок работы цилиндров в параметрах двигателя! От них зависит правильность работы испытаний первичной и вторичной системы зажигания.

4.3.4 Проверка угловых параметров прерывателя-распределителя (УЗСК)

Проверка угловых параметров прерывателя-распределителя проводится в системах зажигания с механическим распределителем по углу замкнутого состояния контактов УЗСК, его изменению и асинхронизму искрообразования. В бесконтактных системах зажигания под УЗСК понимается угол поворота вала распределителя, соответствующий открытому состоянию выходного транзистора (угол поворота, в течение которого протекает первичный ток катушки зажигания). В большинстве электронных системах зажигания нормируется время накопления энергии в катушке зажигания, т.е. время протекания тока в первичной цепи.

Измерять и сравнивать значения УЗСК, разброс УЗСК по цилиндрам, падения напряжения на контактах прерывателя можно в испытании **И** зажигание **Д** Измерения.



Значение УЗСК или времени накопления должно находиться в пределах, указанных в эксплуатационной документации на диагностируемый автомобиль.

Изменение УЗСК не должно превышать 3°. Асинхронизм искрообразования не должен быть больше 3°.

При увеличении частоты вращения коленчатого вала двигателя с контактной и контактно-транзисторной системами зажигания УЗСК не должен изменяться более чем на 3°.

Изменение УЗСК приводит к изменению угла опережения зажигания, поэтому после регулировки УЗСК необходимо проверить и при необходимости отрегулировать начальный угол опережения зажигания.

Причинами, вызывающими большой разброс УЗСК по цилиндрам и повышенный асинхронизм искрообразования, могут быть следующие неисправности:

- § ослабление пружины подвижного контакта прерывателя или люфт неподвижной пластины прерывателя;
- § большое биение валика распределителя;
- § износ втулок или подшипника пластины контактной группы распределителя;
- § износ кулачка прерывателя или отверстия под ось рычажка прерывателя;
- § неисправность вакуумного или центробежного регулятора;
- § износ деталей привода распределителя;
- § ослабление крепления датчика-распределителя.

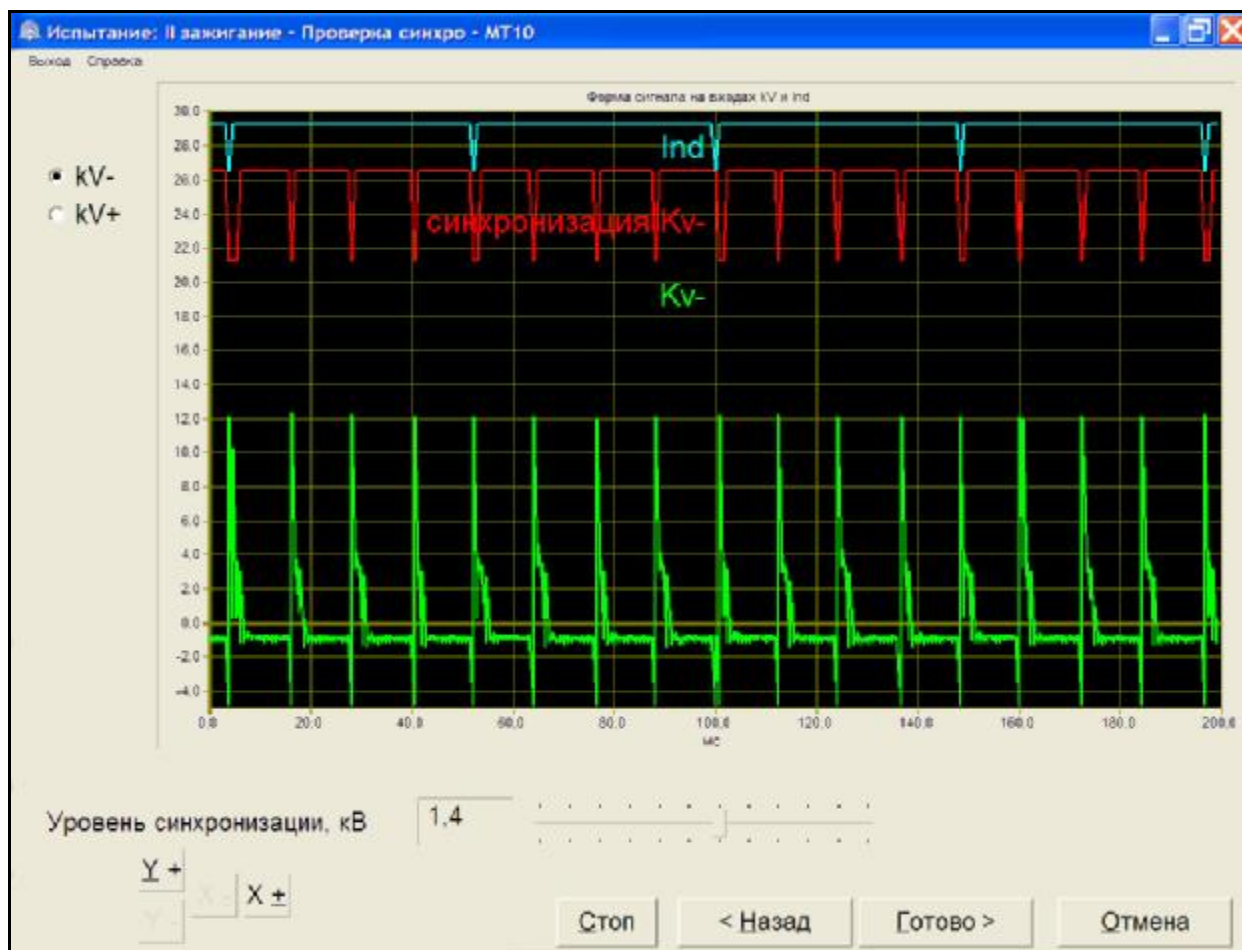
4.3.5 Диагностика вторичных цепей зажигания

4.3.5.1 Диагностика систем с распределителем зажигания

Для диагностики классических систем с одной катушкой и распределителем зажигания необходимо подключить датчик ДВН-2А ко входу «KV-» (для систем с отрицательным высоким напряжением) или ко входу «KV+» (для систем с положительным высоким напряжением) и на высоковольтный провод, идущий от катушки зажигания к распределителю зажигания (*не забудьте правильно указать полярность высокого напряжения в описании двигателя!*).

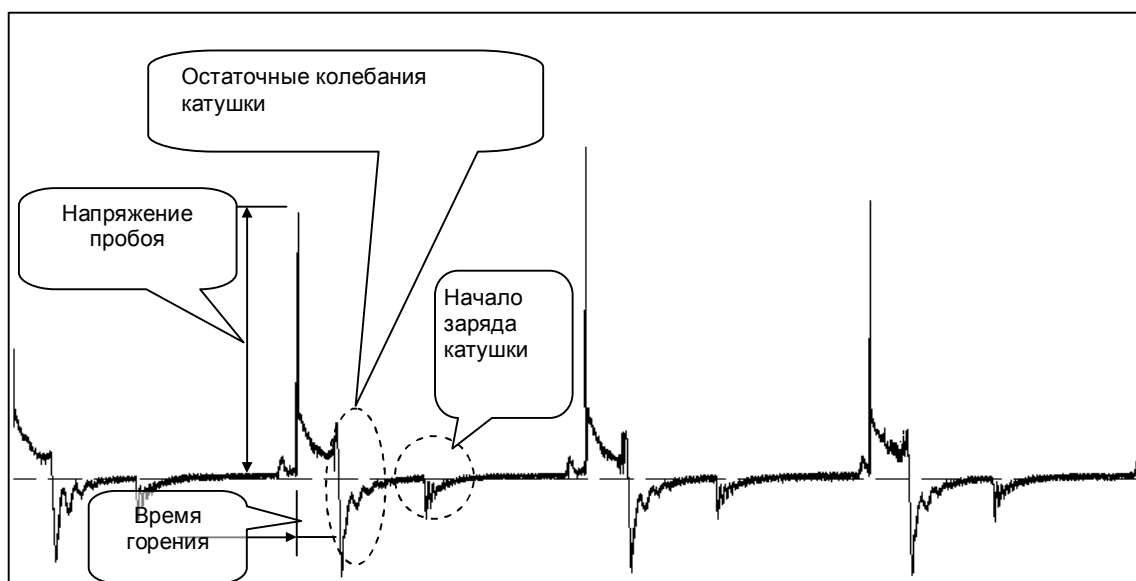
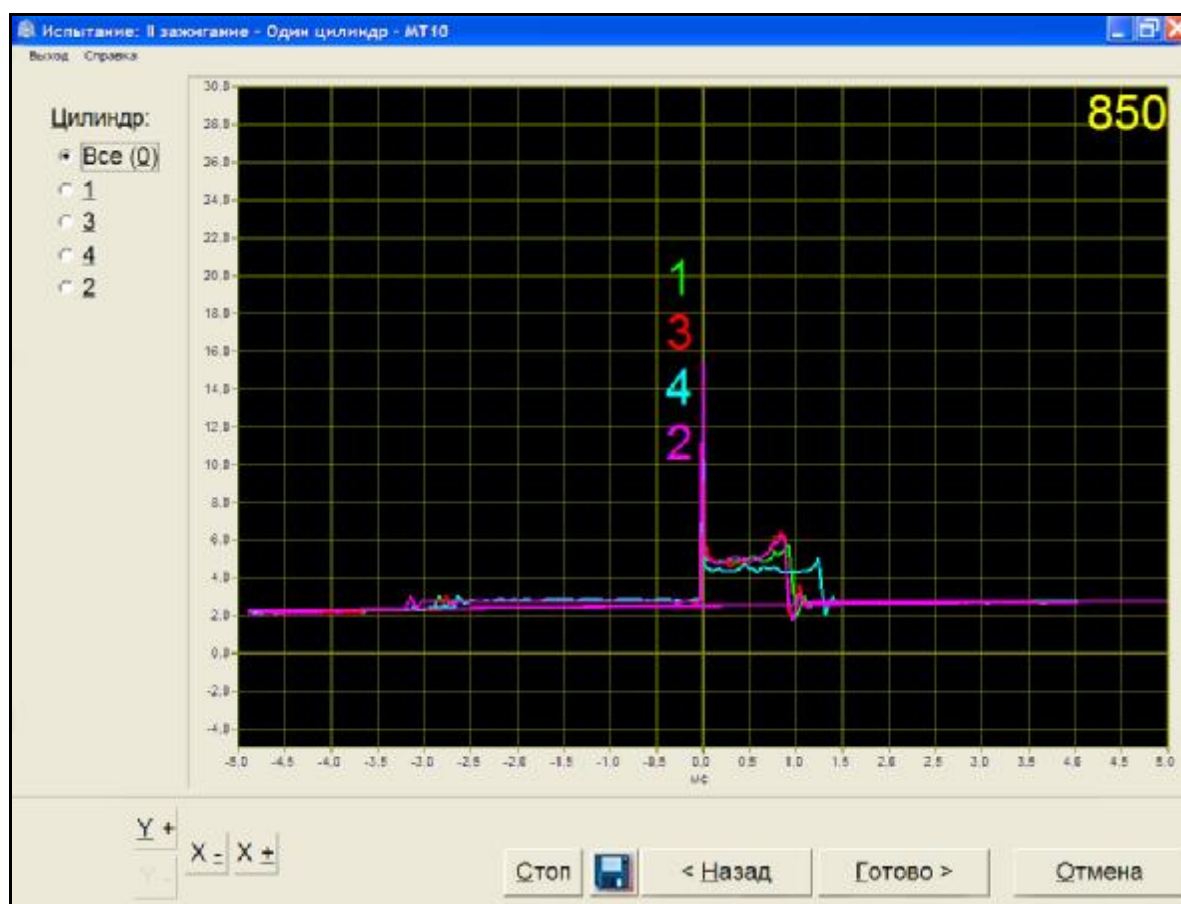
Индуктивные клещи КСИ-4 подключить ко входу Датчик I цилиндра (Inductive Pickup) и высоковольтному проводу первого цилиндра. Они нужны для правильного отображения номеров цилиндров в измерениях. На заведенном двигателе проверить сигнал синхронизации, выбрав **Синхронизация** ⚙ **Проверка и настройка**. При неустойчивой синхронизации можно попробовать перевернуть клещи, либо переместить их ближе или дальше к свече зажигания. Также можно отодвинуть высоковольтный провод от остальных проводов.

В этом же испытании проверяется правильность подключения датчиков высокого напряжения ДВН. При малой амплитуде высокого напряжения возможен сбой синхронизации (красный луч KV-), в этом случае можно подрегулировать уровень срабатывания движком «Уровень синхронизации, кВ» (*запись этого уровня для дальнейших испытаний происходит при выходе по кнопке «Готово»*).



При невозможности подсоединения к центральному проводу возможно по очереди подключать клещи к проводам цилиндров. В этом случае необходимо выбрать «одноцилиндровый» двигатель. Клещи синхронизации не нужны. Но форма сигнала будет несколько искажена ввиду остаточного напряжения на высоковольтном проводе.

Просмотр формы напряжения вторичной цепи зажигания возможен в виде «каскада», выбрав испытание **II зажигание** **О Каскад** по одному цилиндру, или по всем с наложением – **II зажигание** **О 1 цилиндр**.



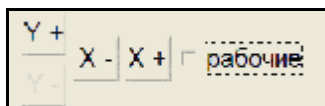
Время горения искры при нормальных условиях должно быть более 1 мс. Меньшее время горения говорит о плохом горении искры. Если с уменьшением длительности горения повышается напряжение горения, то это говорит об очень большом зазоре искрового промежутка в свече или искровом пробое снаружи (наконечника или провода).

Напряжение горения во вторичной цепи должно быть постоянным. Если имеет место сильный спад напряжения в процессе горения, то это говорит о высоком сопротивлении во вторичной цепи. Если во время горения искры напряжение во вторичной обмотке наоборот возрастает, то это говорит о низком сопротивлении вторичной цепи (возможно из-за нагара на свече). Пульсации напряжения в зоне горения могут говорить о возможной трещине или пробое изолятора свечи. Если в зоне горения наблюдаются колебания большой амплитуды, затухающие в точке начала зарядки – нарушен контакт провода свечи или его обрыв.

4.3.5.2 Диагностика систем с двухвыводными катушками зажигания

Для диагностики микропроцессорных систем с двухвыводными катушками зажигания необходимо подключенные к входу «KV-» датчики ДВН-4А-М (черные) подсоединить к высоковольтным проводам отрицательных выводов катушек, а подключенные к входу «KV+» датчики ДВН-4А-П (красные) – к высоковольтным проводам положительных выводов катушек. Если на катушках не указана полярность выводов, правильное подключение клещей определяется экспериментально в **Синхронизация** **Д** **Проверка и настройка**.

В системе с двухвыводными катушками искра появляется на двух свечах одновременно. В каждом цилиндре происходит два искровых разряда (один в момент рабочего такта, второй в конце такта выпуска). Напряжение пробоя такта выпуска будет значительно ниже, чем рабочего такта. Сам импульс рабочего такта вторичного напряжения ничем не отличается от импульсов бесконтактной системы зажигания. Просмотр напряжений холостого или рабочего тактов выбирается включением/выключением переключателя «рабочие»



4.3.6 Измерение параметров сигналов вторичных цепей зажигания

Цифровые значения напряжений пробоя, горения и времени горения искры по цилиндрам удобно измерять в испытании **II зажигание** **Д** **Измерения**. При работе с системой зажигания с двухвыводными катушками напряжения пробоя рабочих тактов будет показываться зеленым цветом, а холостых – красным.

4.3.7 Диагностика вторичных цепей зажигания при помощи режима «Запись»

При некоторых неисправностях во вторичных цепях зажигания могут наблюдаться сбои синхронизации измерений в режимах «живого» наблюдения (в тестах **Каскад, 1 цилиндр**). Сигнал в момент возникновения неисправности может быть просто пропущен. В таких случаях может помочь режим **II зажигание** **Д** **Запись**.

Подключения аналогичны испытаниям **Каскад, 1 цилиндр**. Управление аналогично испытанию **ЦПГ** **Д** **Динамическая компрессия**. После запуска записываются выбранные в начальном окне сигналы (KV+ или KV-). Результаты можно наблюдать в разных режимах группировки- «поряд», «каскад», «парад», «3d» или по одному цилиндру.



При наличии датчика I цилиндра вместо букв ABCD будут написаны номера цилиндров, соответствующих лучу. Датчик I цилиндра можно установить на провод любого цилиндра (для 2-х выводных на один из видимых), указав это в начальном диалоге испытания.

4.4 Измерение угла опережения зажигания

Измерение УОЗ возможно несколькими способами: при помощи стробоскопа, при помощи датчика давления, при помощи датчика ВМТ.

4.4.1 Измерение УОЗ при помощи стробоскопа

Для измерения УОЗ при помощи стробоскопа выберите испытание **УОЗ Ø По стробоскопу.**

Сигнал зажигания можно снимать с индуктивных клещей **КСИ-4** (повесив их на высоковольтный провод первого цилиндра), с датчиков высокого напряжения **ДВН-2А** (повесив их на центральный высоковольтный провод), или с клеммы «-» катушки зажигания.

Стробоскоп работает только при питании **АМД-4АКМ** от аккумулятора автомобиля. Не забудьте подключить кабель **АМ4-П11-АКК** к аккумулятору тестируемого автомобиля.

Включается стробоскоп с помощью кнопки на ручке стробоскопа. Удерживая ее в нажатом состоянии, и, нажимая кнопки «+» и «-» на левой стороне ручки стробоскопа, осветите шкив коленчатого вала.

Добейтесь совмещения меток на шкиве коленчатого вала и картере двигателя, соответствующих верхней мертвой точке поршня первого цилиндра.

На графике слева показывается текущее установленное значение УОЗ, справа – текущие обороты двигателя. При нажатии кнопки «●» на ручке стробоскопа производится запись текущих значений на графике. Проведя несколько измерений на разных частотах вращения двигателя можно построить график изменения УОЗ от оборотов.

4.4.2 Измерение УОЗ при помощи датчика давления

Датчик давления в цилиндре позволяет измерять УОЗ без использования стробоскопа и датчика ВМТ.

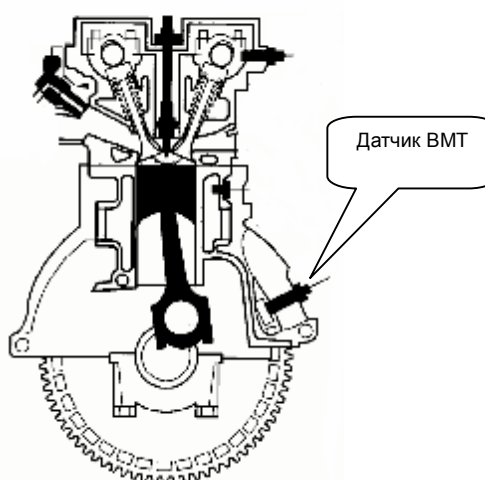
Для измерения УОЗ при помощи датчика давления выберите испытание **УОЗ Ø По датчику давления.** Вкрутите датчик давления **ДД-4/6/8/10** вместо свечи зажигания в любой цилиндр. К высоковольтному проводу подсоедините разрядник вместо выкрученной свечи. Подключите индуктивные клещи **КСИ-4** к проводу с разрядником. Сигнал зажигания можно брать и с емкостных датчиков высокого напряжения **ДВН-2А/ДВН-4А** или с первичной цепи зажигания (клеммы «-» катушки зажигания – см. п.2.1 **Первичные цепи зажигания/Форсунки**).

После запуска двигателя на графике будут показаны текущие обороты и угол опережения. Меняя обороты, можно построить график изменения УОЗ от оборотов двигателя.

Измерить УОЗ по датчику давления можно и в испытании **ЦПГ Ø Динамическая компрессия.** но без построения графика УОЗ.

4.4.3 Измерение УОЗ при помощи датчика ВМТ

На некоторых карбюраторных автомобилях семейств 2108/2109/211Х в картере КПП есть специальные отверстия для установки индуктивных датчиков ВМТ типа 11.3845 (на некоторых автомобилях он установлен и выведен в колодку диагностики). Этот датчик можно подключить ко входу «ДПКВ/ДВМТ» при помощи универсального кабеля-адаптера **АМ4-СF1-ДВМТ**. К этому входу подключаются и индуктивные датчики ВМТ, установленные на некоторых старых автомобилях BMW и Mercedes. Использование этого датчика позволяет измерять УОЗ без стробоскопа.



Измерение производится в испытании **УОЗ Ø По датчику ВМТ**. Сигнал зажигания можно снимать с индуктивных клещей **КСИ-4** (повесив их на высоковольтный провод первого цилиндра), с емкостного датчика высокого напряжения **ДВН-2А** (повесив его на центральный высоковольтный провод), или с клеммы «-» катушки зажигания (см. п.2.1 **Первичные цепи зажигания/Форсунки**).

При правильном подсоединении и работе датчика после запуска двигателя на графике будут показаны текущие обороты и угол опережения. Меняя обороты можно построить график изменения УОЗ от оборотов двигателя.

Проверить работу датчика ВМТ можно в режиме осциллографа, выбрав луч ДВМТ.

При неизвестной полярности сигнала датчика ВМТ необходимо попробовать подключить один вывод к наконечнику «+» универсального кабеля-адаптера **АМ4-CF1-ДВМТ**, другой – к «-» и измерить УОЗ, затем поменять выводы «+» и «-» и произвести измерение при тех же условиях. Правильное подключение будет в случае, когда измеренный УОЗ меньше.

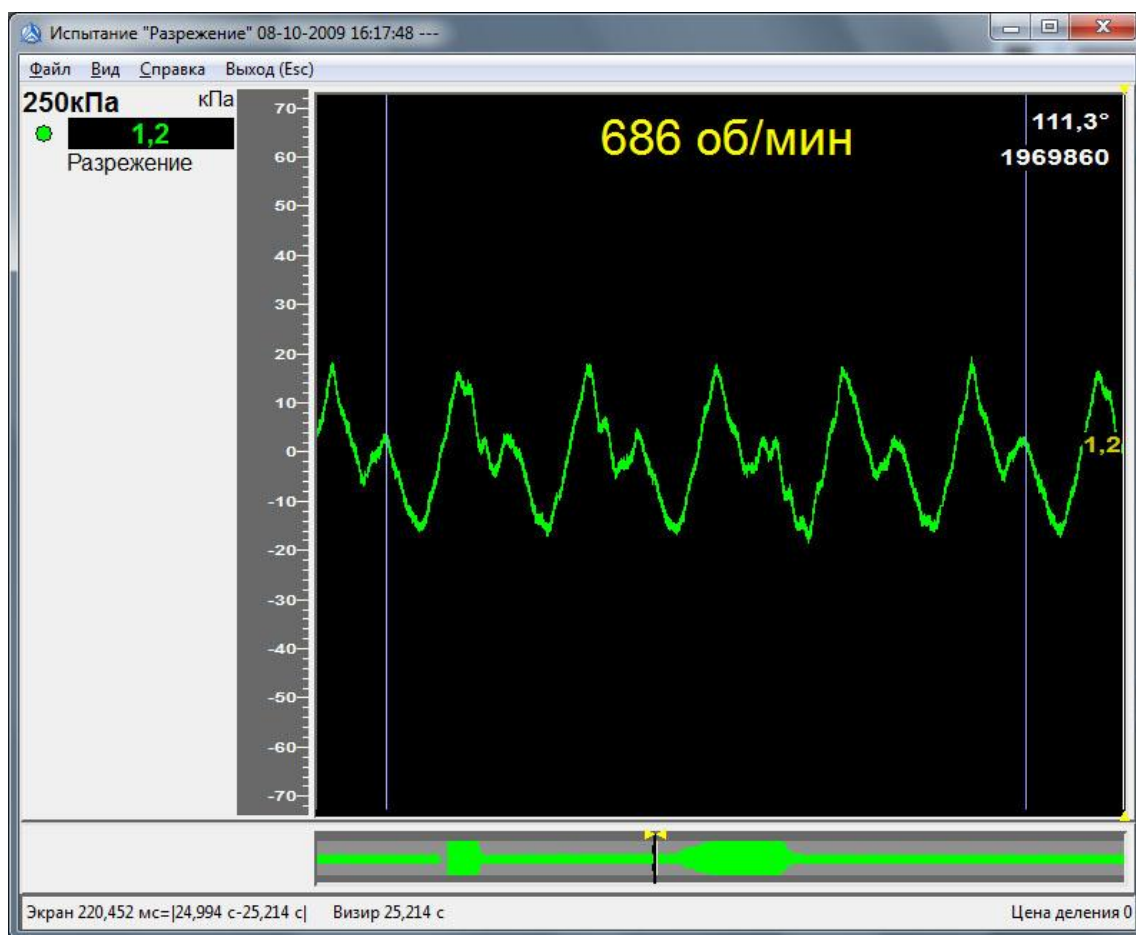
4.5 Измерение разрежения и пульсаций давления во впускном коллекторе

Разрежение во впускной коллекторе является пригодной для диагностики характеристик общего состояния бензиновых двигателей. Работа испытуемого двигателя оценивается по принципу относительного сравнения: разрежение во впускном коллекторе, замеренное при заданных условиях работы, сравнивается с разрежением исправного двигателя.

Так как разрежение во впускной трубе, вследствие периодичности работы цилиндров и наличия нескольких цилиндров, представляет собой пульсирующий ряд значений. При сравнении учитываются мгновенное среднее значение колебаний в кПа и их амплитуда. Ненормальная работа, как правило, характеризуется колебаниями давления, превышающими номинальное.

Испытание проводится на прогретом двигателе с правильно отрегулированными оборотами ХХ. Датчик давления **ДТК-2** подключается через тройник к подходящему штуцеру на впускном коллекторе. Для отображения текущих оборотов, а также графика с угловой разверткой и номерами цилиндров необходимо использовать для бензиновых двигателей датчики **ДВН-2/4** или клещи синхронизации **КСИ-4** (так же как в испытаниях вторичных цепей зажигания), либо пьезодатчик **ПД-4/6**, закреплённый на одной из топливных трубок, для дизельных двигателей.

Перед началом измерений не забудьте произвести установку нуля датчика давления (кнопка <уст.0 атм>).



Управление аналогично испытанию **ЦПГ Ø Динамическая компрессия.**

1. Хорошее или удовлетворительное разрежение: значение разрежения на холостом ходу, в зависимости от типа двигателя, должно быть от 50 до 70 кПа, причем колебание не должно превышать ± 2 кПа.

2. Большой УОЗ (раннее зажигание): если при рабочей температуре разрежение на ХХ больше 70 кПа и колебание меньше ± 2 кПа, т.е. разрежение на ХХ превышает номинальное, это указывает на увеличенный угол опережения зажигания. Его целесообразно проверить.

3. Малый УОЗ (позднее зажигание): при этом может появляться значительно меньшее разрежение на ХХ – 30...40 кПа без существенных колебаний – меньше ± 2 кПа. Достоверность этого проверяется в испытаниях проверки УОЗ.

4. Сужение выпускной трубы или забит нейтрализатор, глушитель: может иметь место, если разрежение на ХХ уменьшается до 40...55 кПа, т.е. до значения, меньшего первоначального, при пульсациях менее ± 2 кПа. Если это явление повторяется и при увеличении оборотов двигателя до 3000, то с уверенностью можно сказать, что выпускной трубопровод может быть сужен вследствие вмятины, накопления сажи или неисправности нейтрализатора.

5. Неисправность систем смесеобразования и/или зажигания: если на бензиновом двигателе, нагретом до рабочей температуры и на ХХ замеряемое разрежение находится в пределах 40...55 кПа, причем амплитуда колебаний достигает значения $\pm 10...15$ кПа, то ненормальная работа двигателя указывает на переобогащение смеси, на пониженный зазор свечи зажигания, на неисправность катушки или распределителя зажигания. Вследствие первых причин могут возникать и перебои зажигания. Последние причины можно проверить в испытаниях вторичных цепей зажигания.

6. Негерметичность головки цилиндров: может характеризоваться разрежением во впускном коллекторе на холостом ходе меньшим номинального – 40...55 кПа и колебанием 15...30 кПа, которые могут еще увеличиваться при частичном перекрытии горловины воздушного фильтра. Явление можно достоверно выявить путем измерения потери воздуха или компрессии.

7. Изношенные поршневые кольца: вызывают ненормальную работу, характеризуемую, как правило, несколько меньшим, чем номинальное, разрежением во впускном коллекторе на ХХ и таким колебанием, величина которого *превышает* значения, наблюдаемые при любой другой неисправности. Значения: разрежение 40...55 кПа; колебания 30...70 кПа.

8. Нарушение регулировки газораспределительного механизма: характеризуется меньшим, чем номинальное, разрежением на ХХ и умеренным, равномерно пульсирующим колебанием. Это явление, как правило, сопровождается характерным повышением шумности системы ГРМ. Значения разрежения 40-50 кПа и колебания 10...20 кПа.

9. Негерметичность впускного коллектора или "подсос воздуха": вызывает на холостом ходе весьма малое разрежение, без существенного колебания. Значения разрежения меньше 30 кПа; колебания меньше 2 кПа.

4.4 Диагностика системы питания дизельных двигателей

4.4.1 Измерение угла впрыска (только на ТНВД непосредственного действия и механических форсунках)

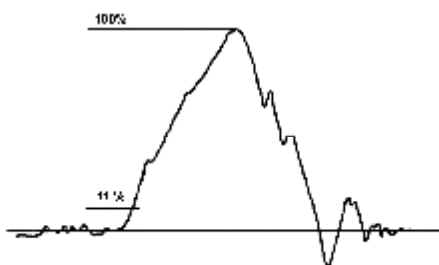
Установка угла начала подачи топлива (впрыска) влияет на шум сгорания, мощность двигателя, расход топлива и содержание вредных веществ в ОГ. Если подача топлива начинается слишком рано, двигатель работает жёстко, с сильным шумом сгорания, низким расходом топлива, но повышенным содержанием оксидов азота в ОГ. При слишком ранней установке увеличивается и дымность, потому что увеличенная задержка воспламенения приводит к низкой температуре цикла. Резкое нарастание давления сгорания может вызвать повреждение ЦПГ. На позднее начало подачи топлива двигатель реагирует потерей мощности, увеличением расхода топлива и повышенным дымлением. При позднем завершении сгорания увеличивается температура ОГ, а следовательно есть риск повреждения выпускных клапанов и турбокомпрессора. Поэтому правильная установка угла начала впрыска играет большую роль.

Измерение угла впрыска возможно несколькими способами: при помощи стробоскопа, при помощи датчика давления, при помощи датчиков ДПКВ/ДВМТ.

4.4.2.1 Измерение угла впрыска при помощи стробоскопа

Для измерения угла впрыска при помощи стробоскопа выберите испытание **Угол впрыска** в **По стробоскопу**.

В качестве измерителя используется пьезодатчик ПД-4/ПД-6, который устанавливается на топливопроводе высокого давления первого цилиндра. Топливопровод расширяется в диаметре при увеличении давления в начале подачи топлива. Пьезодатчик вырабатывает сигнал пропорциональный этому расширению.



На графике нарастания давления первый спад соответствует открытию нагнетательного клапана, второй – открытие клапана распылителя форсунки и соответственно началу впрыска.

На результат измерения влияет место установки датчика. Большинство производителей рекомендуют монтировать датчик по возможности ближе к топливному насосу.

Стробоскоп работает только при питании **АМД-4АКМ** от аккумулятора автомобиля. Не забудьте подключить кабель **АМ4-П11-АКК** к аккумулятору тестируемого автомобиля.

Включается стробоскоп с помощью кнопки на ручке стробоскопа. Удерживая ее в нажатом состоянии, и, нажимая кнопки «+» и «-» на левой стороне ручки стробоскопа, осветите шкив коленчатого вала.

Добейтесь совмещения меток на шкиве коленчатого вала и картере двигателя, соответствующих верхней мертвой точке поршня первого цилиндра.

На графике слева показывается текущее установленное значение угла впрыска, справа – текущие обороты двигателя. При нажатии кнопки «●» на ручке стробоскопа производится запись текущих значений на графике. Проведя несколько измерений на разных частотах вращения двигателя, можно построить график изменения угла впрыска от оборотов.

График зависимости угла впрыска от оборотов после измерений (если он укладывается в допуски на этот тип двигателя) полезно внести в описание двигателя.

4.4.2.2 Измерение угла впрыска при помощи датчика давления

Датчик давления в цилиндре позволяет измерять угла впрыска без использования стробоскопа и датчиков ДПКВ/ДВМТ.

Для измерения УОЗ при помощи датчика давления выберите испытание **Угол впрыска Ø По датчику давления.**

Все подключения аналогичны тесту **Динамическая компрессия** (см. п. 4.3.2).

После запуска двигателя на графике будут показаны текущие обороты и угол впрыска. Меняя обороты, можно построить график изменения угла впрыска от оборотов двигателя.

На двигателях с электронно-управляемым ТНВД угол впрыска зависит не только от оборотов, но и от других параметров – температуры, давления воздуха, степени открытия дросселя и т.д. По этому полученный график зависимости угла от оборотов может меняться в зависимости от условий проведения испытания.

4.4.2.3 Измерение УОЗ при помощи датчика ДПКВ/ДВМТ

При наличии на двигателе датчика положения коленчатого вала или датчика ВМТ этот датчик можно использовать для измерения угла впрыска без стробоскопа (начальная установка «ВМТ» оптического датчика устанавливается с помощью стробоскопа).

Измерение производится в испытании **Угол впрыска Ø По датчику ДПКВ/ДВМТ.** Сигнал начала впрыска снимается с пьезодатчика ПД-4/6, укрепленного на топливной трубке первого цилиндра.

При правильном подсоединении и работе датчика после запуска двигателя на графике будут показаны текущие обороты и угол впрыска. Меняя обороты, можно построить график изменения угла впрыска от оборотов двигателя.

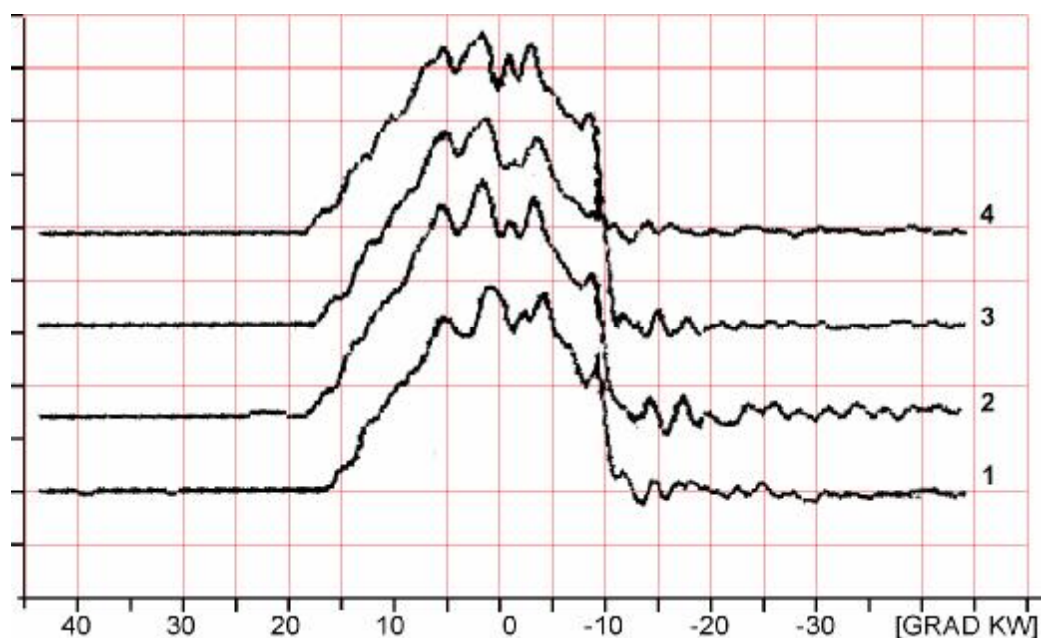
Проверить работу датчика ДПКВ/ДВМТ/оптодатчика можно в режиме осциллографа, выбрав луч ДВМТ.

4.4.3 Наблюдение формы пульсации давления впрыска (только на ТНВД непосредственного действия и механических форсунках)

У дизельных двигателей с обычной аппаратурой впрыскивания можно проверить конструктивные элементы контура высокого давления, анализируя кривую давления впрыскивания, что по аналогии с анализом электрического напряжения зажигания у бензиновых двигателей, помогает быстрее найти неисправность без демонтажа деталей.

Для оценки давления впрыскивания используется пьезодатчик (ПД-4/ПД-6), который при помощи пьезоэлектрического измерительного элемента преобразует распространяющиеся по топливопроводу высокого давления деформации в электрический сигнал. Такой метод позволяет только оценивать характер изменения сигнала, но не производить абсолютное измерение давления впрыскивания.

Любая аппаратура впрыскивания в исправном состоянии показывает типичную кривую давления в топливопроводе высокого давления, зависящего от параметров устройства. На кривую давления впрыскивания влияют тип распылителя, нагнетательный клапан и объем имеющегося в топливопроводе высокого давления топлива. Если механику хорошо известны форма кривой и влияние отдельных конструктивных элементов на эту кривую, то он может быстро определить дефектную деталь. Так называемое «бескровное» измерение с зажимным пьезодатчиком позволяет не вскрывать аппаратуру впрыскивания, что предотвращает загрязнение точных деталей распылителя и ТНВД, неизбежное при монтаже-демонтаже.



На рис. 4.1 показаны кривые давления впрыскивания для четырехцилиндрового дизеля.

Рис.4.1. Кривые давления впрыскивания для четырёхцилиндрового вихрекамерного двигателя с форсунками со штифтовыми распылителями (Volkswagen 1.9D): начало впрыскивания всех форсунок – 6 град. до ВМТ, конец впрыскивания – 9 град. после ВМТ.

В начале подачи топлива в объеме плунжерной пары ТНВД возрастает давление. После открытия нагнетательного клапана волна давления движется от насоса к форсунке. Возникновение волны давления объясняется тем, что, вопреки общепринятому мнению, топливо при высоком давлении является сжимаемым. Чтобы сжать 1 см³ дизельного топлива на 1%, требуется давление около 100 бар, а для сжатия на 1% того же объема стали необходимо давление около 25 000 бар. Таким образом, самый податливый материал в системе впрыска — топливо, поступающее в контур высокого давления и ответственное за возникновение волн давления, которые движутся по топливопроводу со скоростью в диапазоне от 1350 до 1450 м/с. Если давление перед иглой распылителя форсунки достигло давления открытия, игла поднимается под действием этого давления на ее конусный пояс, и начинается процесс впрыскивания топлива в камеру сгорания. Теперь топливо действует на большую площадь иглы распылителя и при том же давлении может быстрее ее поднимать. Поэтому давление открытия форсунки всегда выше, чем давление закрытия.

После открытия можно обнаружить короткий провал на кривой давления (рис. 4.1). В зависимости от конструкции и степени закоксованности распылителя при закрытии форсунки давление снова поднимается на определенную величину. После окончания впрыскивания и посадки иглы на седло корпуса распылителя возникает кратковременное повышение давления — так называемый «запорный крюк». Последующее резкое падение давления указывает на действие нагнетательного клапана. Если распылитель и нагнетательный клапан плотно закрыты, остающееся в топливопроводе давление образует волны, которые из-за трения в топливе медленно затухают. Характер распространения отраженных волн зависит от частоты вращения коленчатого вала, объема топлива в топливопроводе высокого давления и конструкции нагнетательного клапана. По двум точкам на кривой давления (отмечены курсорами на рис. 4.1) можно определить продолжительность впрыскивания. Хотя при таком методе измерения невозможно определить абсолютное давление. Возможны только относительные измерения, по которым четко видно, что давление открытия (курсор 1, рис. 4.1) выше давления закрытия (курсор 2, рис. 4.1). Величина постоянного давления в трубопроводе высокого давления между процессами впрыскивания составляет, в зависимости от исполнения топливной аппаратуры и режима работы двигателя, от 20 до 60 бар. Участок кривой до повышения давления (линия 1, рис. 4.2) располагается выше нулевой линии, нулевая точка на которой находится в самой нижней части кривой давления после окончания впрыскивания (линия 2, рис. 4.2). В этом случае почти достигается давление насыщенных паров. Разница давлений между линиями 1 и 2 (рис. 4.2) указывает на наличие остаточного давления. На рис. 4.5 и 4.7 показано, что в четвертом цилиндре этой разницы давлений нет.

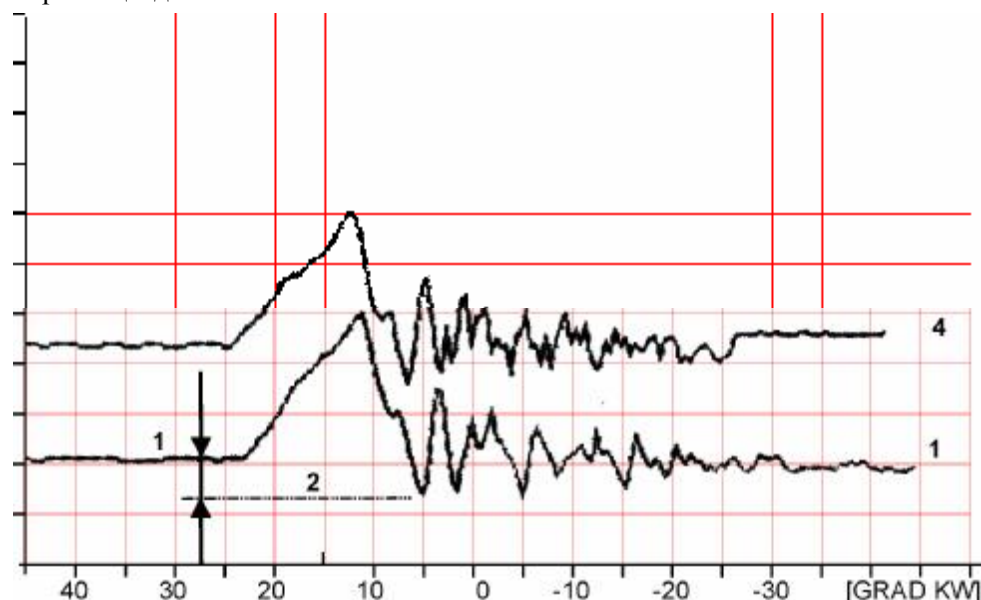


Рис.4.2. Определение остаточного давления: линия 1 – участок до повышения давления, линия 2 – нулевая точка.

Поиск неисправности

Если механик обладает необходимыми основными знаниями о процессе впрыскивания, для него не существует проблем при выявлении неисправности. Зажимные датчики должны быть смонтированы по возможности ближе и на одинаковом расстоянии от форсунки.

Двигатель, предварительно прогретый до рабочей температуры, должен диагностироваться при частоте вращения коленчатого вала на режиме холостого хода, а также при удвоенной частоте вращения коленчатого вала также на режиме холостого хода. Диагностика нагруженного двигателя была бы эффективна, но, однако, невозможна в условиях большинства мастерских из-за отсутствия испытательного стенда с беговыми барабанами.

При оценке кривой давления необходимо обращать внимание на следующее:

- если все кривые давления идентичны, то можно даже при неизвестной эталонной кривой сделать заключение об исправности аппаратуры впрыскивания (рис. 4.1);
- повышение давления перед началом впрыскивания;
- четко ли выявляются начало и окончание впрыскивания;
- продолжительность впрыскивания;
- повышение давления после открытия форсунки;
- остаточное давление и амплитуда отраженных волн;

- имеются ли подвпрыски топлива.

Ниже представлены некоторые типичные неисправности дизельной аппаратуры впрыскивания и их проявление на кривой давления.

Низкая величина давления открытия форсунки при частоте вращения коленчатого вала на режиме холостого хода определяется по низким значениям кривой давления при открытии и закрытии форсунки. Вследствие того, что давление во время всего процесса впрыскивания топлива понижено, продолжительность впрыскивания в примере, приведенном на рис. 4.3, увеличивается на 4° угла поворота коленчатого вала. Остаточное давление снижается.

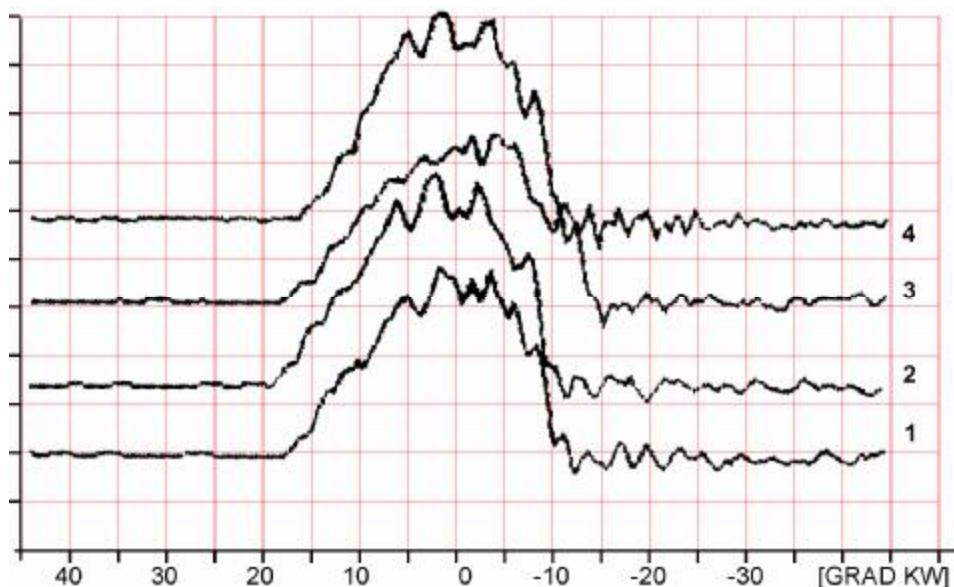


Рис.4.3 Снижение давления открытия форсунки со 130 до 100 бар в третьем цилиндре

Низкое давление приводит к ухудшению распыливания топлива в камере сгорания и повышению дымления (рис. 4.4). При более высокой частоте вращения коленчатого вала низкое остаточное давление характеризуется снижением интенсивности отраженных волн.

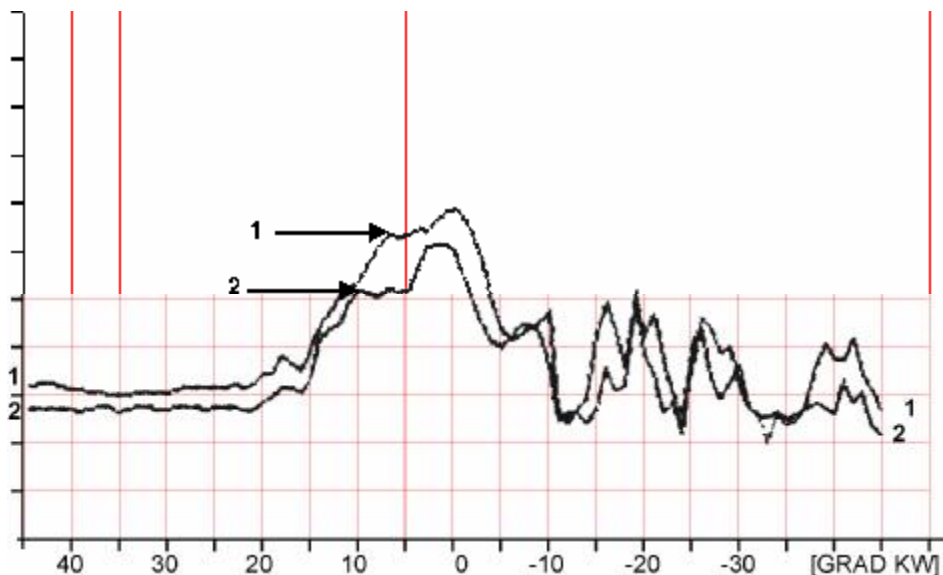


Рис.4.4 Низкое давление открытия форсунки во втором цилиндре (100 бар) при высокой частоте вращения коленвала по сравнению с давлением открытия в первом цилиндре (130 бар).

Низкое давление открытия форсунки не будет проявлять себя одинаково на различной аппаратуре впрыскивания, тем не менее «симптомы» остаются те же (рис. 4.5). Увеличенная продолжительность впрыскивания топлива и низкое остаточное давление в четвертом цилиндре на этом примере видны особенно отчетливо.

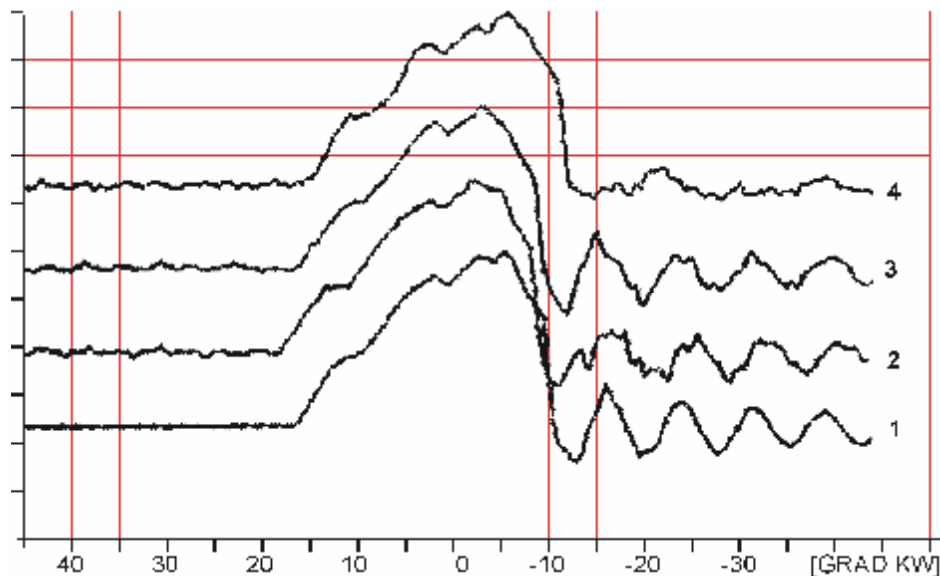


Рис.4.5 Низкое давление открытия форсунки в четвертом цилиндре (90 бар) вихрекамерного двигателя Mercedes по сравнению с установочным (115 бар).

При слишком низком давлении открытия форсунки некоторые насосы (например Bosh VP44) могут вообще отключать топливоподачу во все цилиндры. Из за этого может сложиться ошибочное суждение о неисправности самого ТНВД.

При слишком высоком давлении открытия форсунки наблюдается противоположный эффект. Продолжительность впрыскивания при высоком давлении (рис. 4.6) сокращается; провал давления после открытия форсунки едва заметен. Слишком высокое давление возникло из-за того, что механик установил в форсунку неправильную регулировочную шайбу.

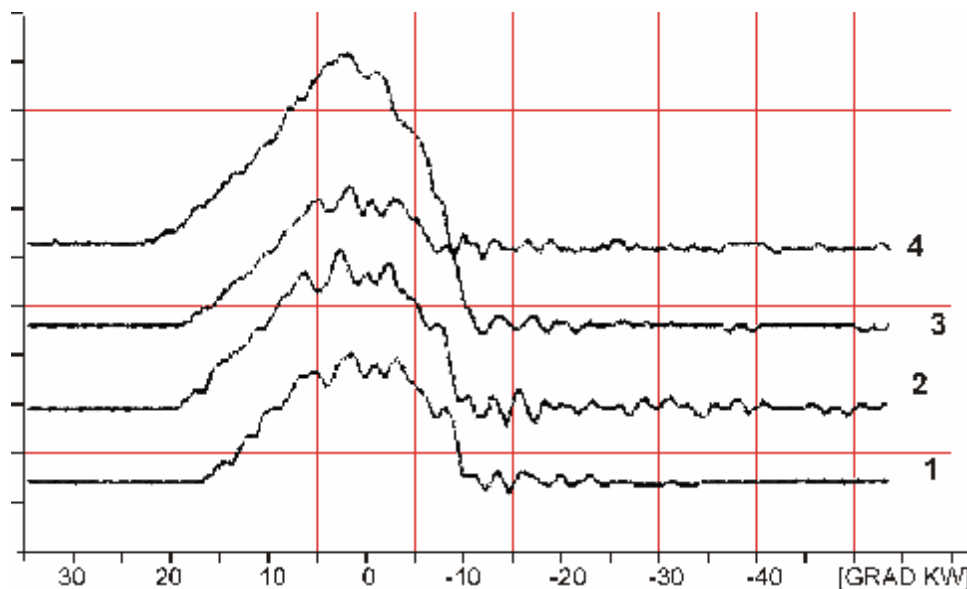


Рис.4.6 Высокое давление открытия в четвертом цилиндре (155 бар) по сравнению с установочным давлением (130 бар) в других цилиндрах.

Недостаточное уплотнение распылителя форсунки можно легко определить по слишком затянувшемуся повышению давления, короткому впрыскиванию топлива и отсутствию «запорного крюка» (рис. 4.7)

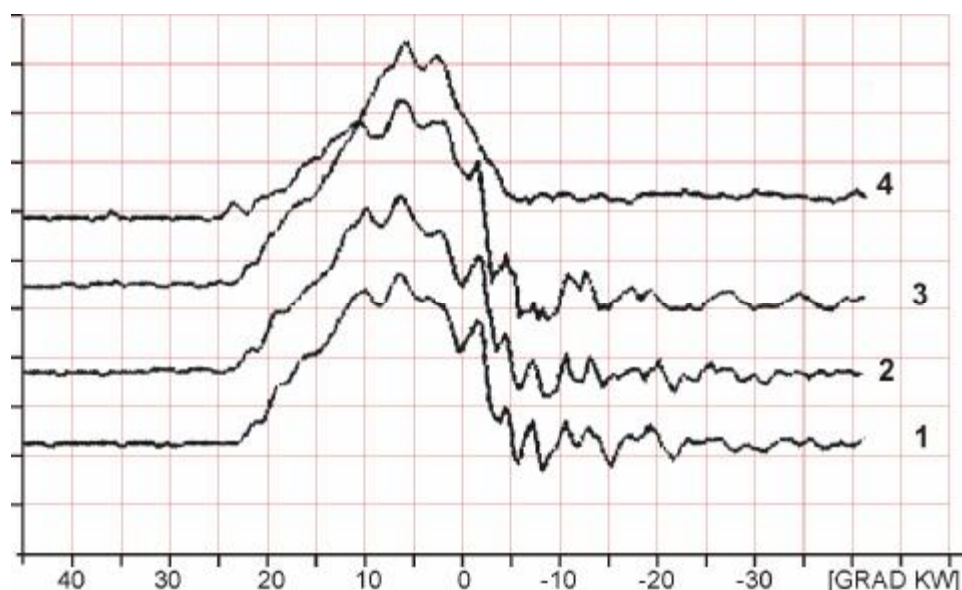


Рис.4.7 Недостаточное уплотнение распылителя в четвертом цилиндре.

Снижение интенсивности отраженных волн и незначительное различие в давлении до и после впрыскивания топлива указывают на то, что остаточное давление отсутствует. Такие распылители должны заменяться, т. к. проникновение газообразных продуктов сгорания может привести к зависанию иглы распылителя (рис. 4.8). Зависшая игла распылителя нарушает весь процесс впрыскивания. Повышение и падение давления происходят крайне неинтенсивно. Начало и окончание впрыскивания точно не определяются.

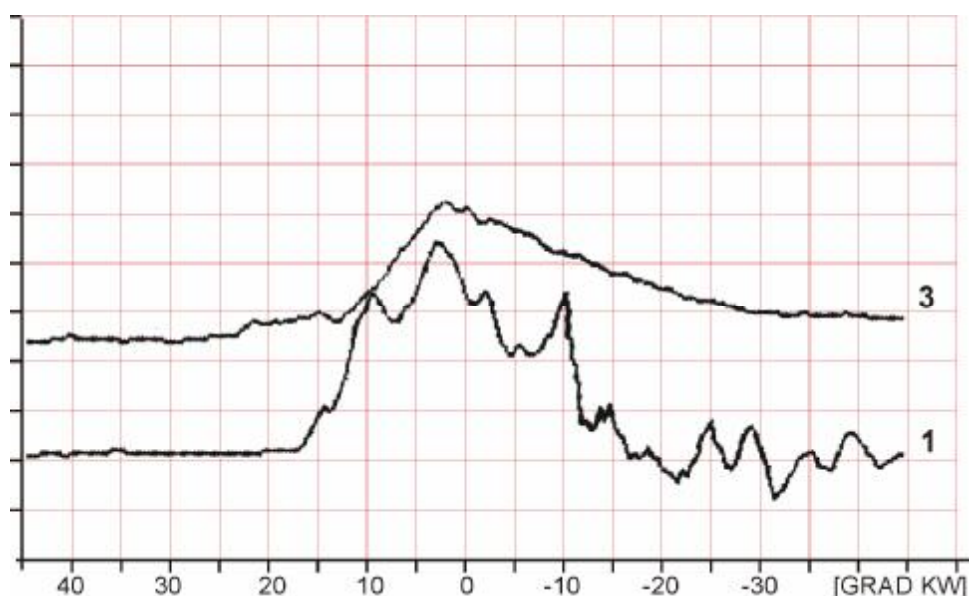


Рис.4.8 Зависание иглы распылителя в третьем цилиндре.

В любом распылителе в процессе работы образуется слой кокса. Наступает такой период эксплуатации, когда коксование превосходит установленный производителем допуск — поперечное сечение отверстия на выходе из распылителя сильно сужается. После открытия форсунки давление сильно повышается (рис. 4.9). Повышение остаточного давления характеризуется более интенсивными отраженными волнами, которые при возрастающей частоте вращения коленчатого вала могут привести к подвпрыскам топлива, когда распылитель открывается во второй и третий раз

(рис. 4.10). Подвпрыски увеличивают выброс сажи, т. к. в конце процесса сгорания в камеру сгорания поступает плохо распыленное топливо. Кроме того, для реакции горения не хватает кислорода.

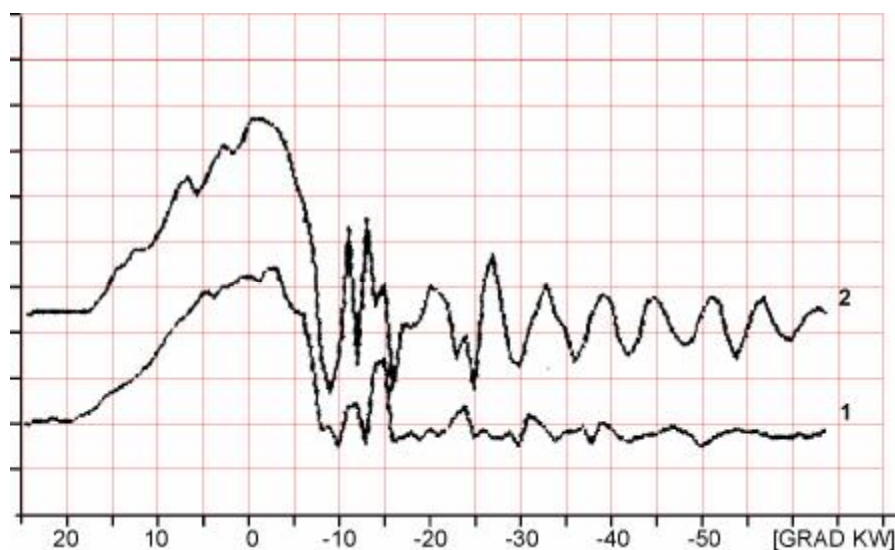


Рис.4.9 Во втором цилиндре – закоксованный распылитель.

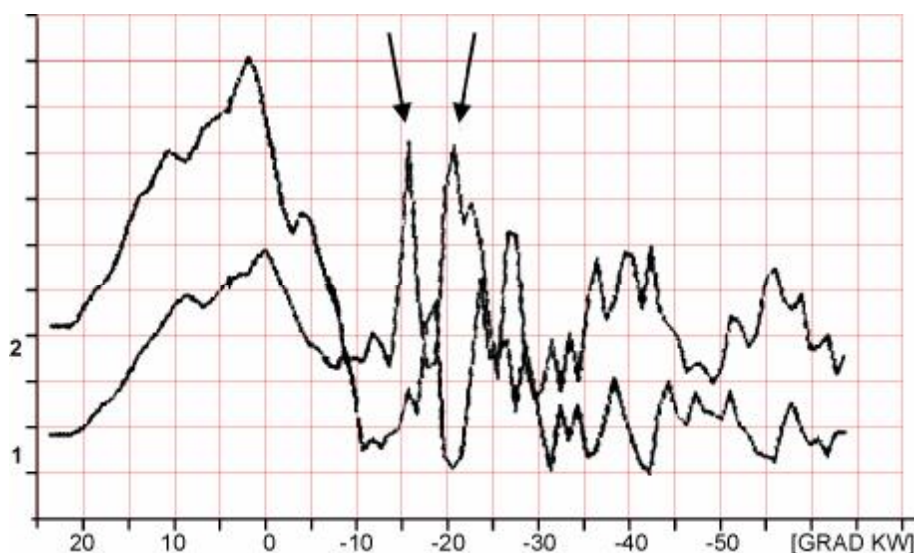


Рис.4.10 Во втором цилиндре – подвпрыски топлива при 15 и 20 градусах угла поворота коленвала после ВМТ (показаны стрелками) из-за закоксованности распылителя.

На рис. 4.11 показано, что в четвертом цилиндре часть отверстий безштифтового распылителя закоксованы — на стенде для проверки распылителей этот дефект подтвержден. Суженное поперечное сечение отверстия распылителя вызывает уже на режиме холостого хода сильный подъем давления впрыскивания. Неравномерное распределение частиц топлива в камере сгорания приводит к повышению дымности ОГ и неустойчивой работе двигателя.

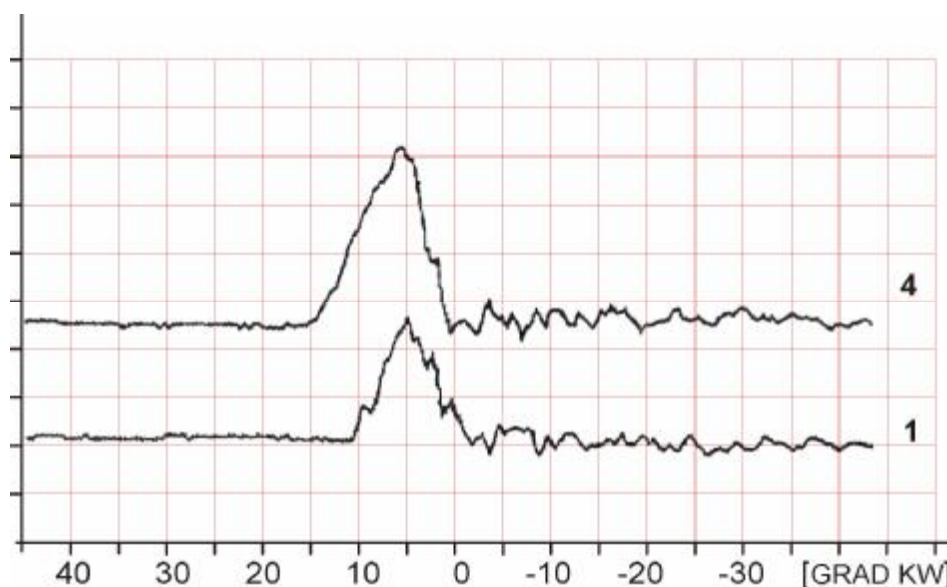


Рис 4.11. В четвёртом цилиндре два из пяти отверстий в безштифтовом распылителе закоксованы (Audi 2,5 TDI)

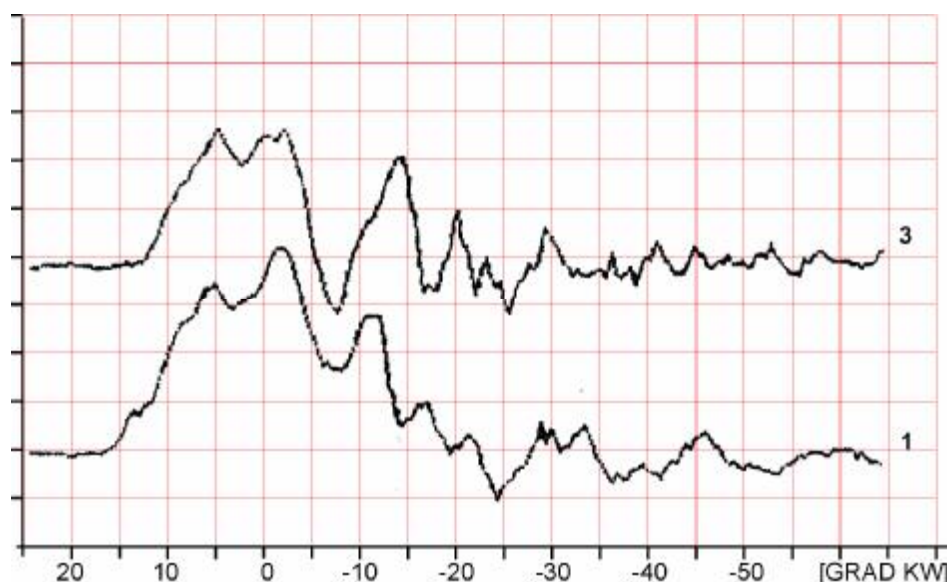


Рис 4.12 Подвпрыски топлива в третьем цилиндре при 14 град угла поворота коленвала после ВМТ из-за изношенного нагнетательного клапана.

Изношенный нагнетательный клапан снижением разгрузки повышает остаточное давление (на рис. 4.12 — в третьем цилиндре), которое ведет к сильным подвпрыскам топлива при 14° угла поворота коленчатого вала после ВМТ. Одновременно увеличивается продолжительность впрыскивания топлива. Сниженный разгрузочный объем топлива увеличивает подачу. Продленное впрыскивание и подвпрыски топлива приводят к резкому повышению дымления ОГ. Подтекающий нагнетательный клапан не держит постоянным остаточное давление после закрытия форсунки. В соответствии с этим затягивается время повышения и падения давления (рис. 4.13). По-видимому, кажущееся более высоким максимальное давление впрыскивания вводит в заблуждение, потому что в этом случае увеличивается перепад между остаточным и максимальным давлениями.

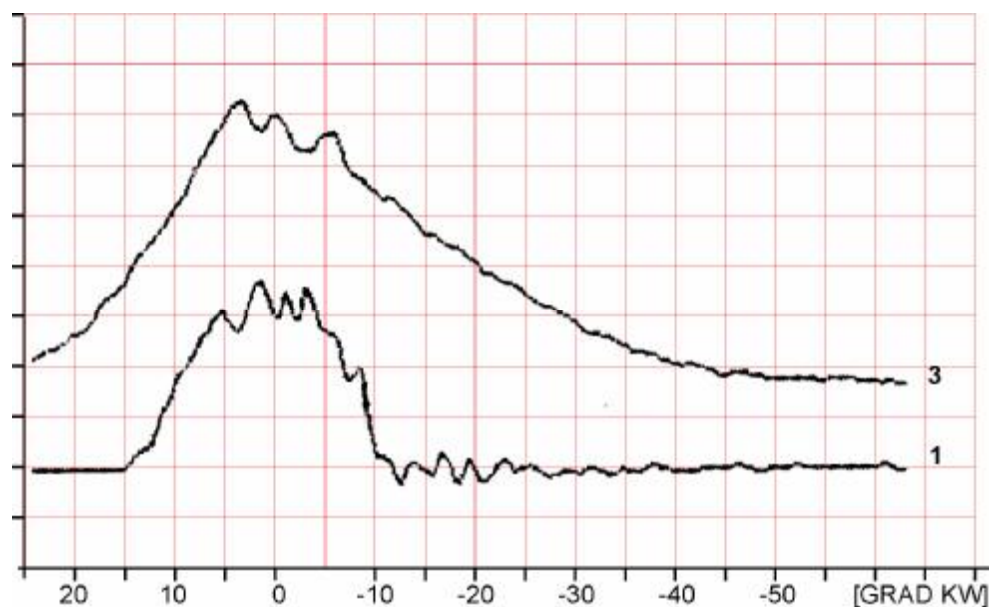


Рис. 4.13. Нагнетательный клапан в топливной аппаратуре третьего цилиндра подтекает, остаточное давление равно нулю

Изношенность плунжерной пары насоса грозит задержкой начала впрыскивания, коротким впрыскиванием и слабым повышением давления (рис. 4.5.14). Плохую регулировку плунжерных пар можно выявить у рядных ТНВД по различным значениям начала впрыскивания в отдельных цилиндрах и различной продолжительности впрыскивания.

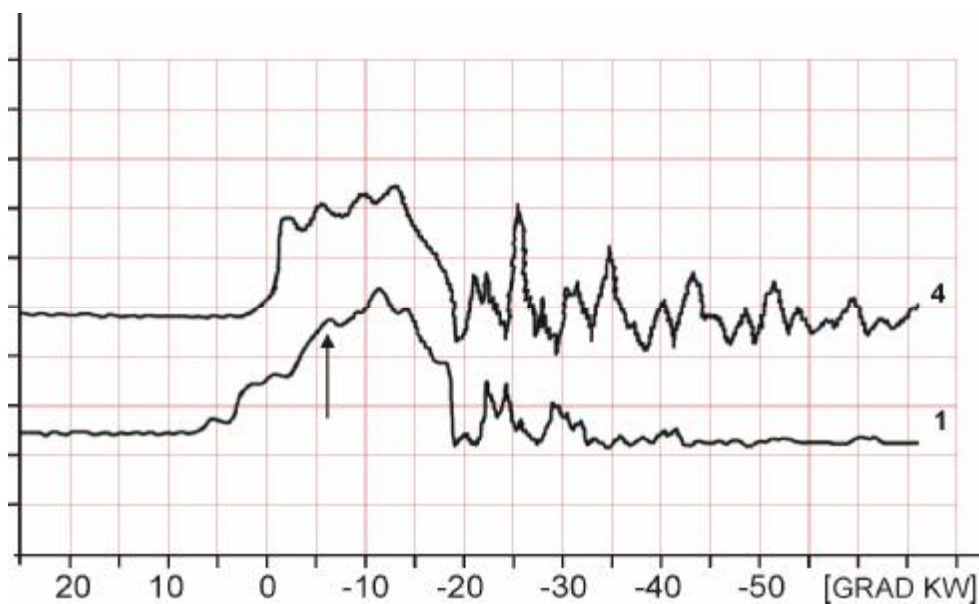


Рис 4.14. Изношенные детали насоса в топливной аппаратуре первого цилиндра. Стрелкой указана задержка начала впрыскивания топлива в первом цилиндре

Таблица 1 поиска неисправностей должна помочь в первых попытках проанализировать высокое давление впрыскивания. Однако она не может заменить ваш собственный опыт измерений. Важно чаще использовать запись графиков в файл, описать выявленную неисправность, и получить, таким образом, собственный архив неисправностей.

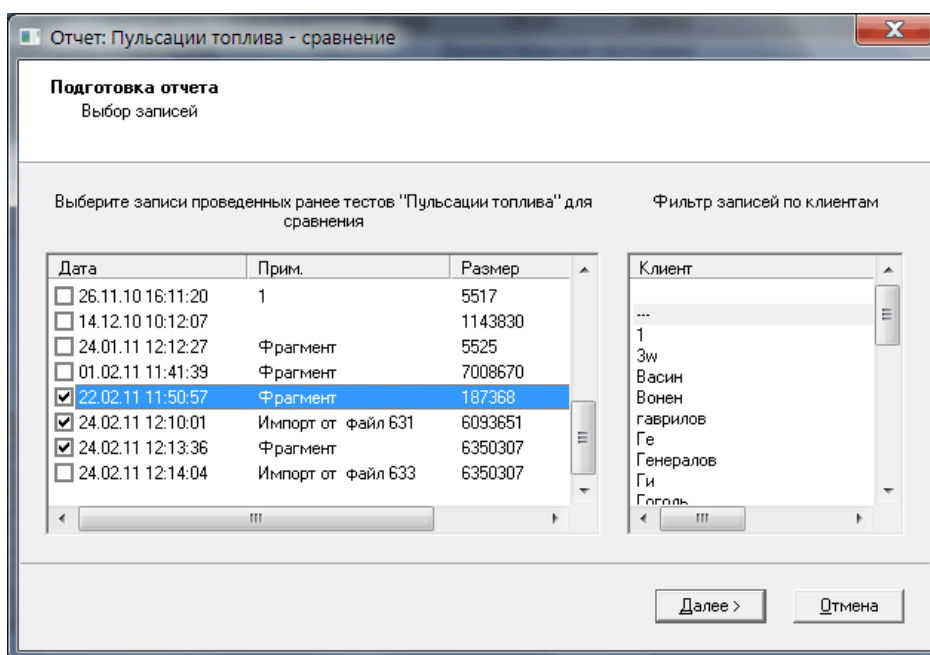
Таблица 1. Поиск неисправностей по анализу высокого давления впрыскивания.

	ЗАКОСОВАННЫЙ РАСПЫЛИТЕЛЬ	НИЗКОЕ ДАВЛЕНИЕ ОТКРЫТИЯ	ВЫСОКОЕ ДАВЛЕНИЕ ОТКРЫТИЯ	НЕПЛОТНЫЙ РАСПЫЛИТЕЛЬ	ЗАВИСШАЯ ИГЛА РАСПЫЛИТЕЛЯ	ИЗНОШЕННЫЙ НАГНЕТАТЕЛЬНЫЙ КЛАПАН	НЕПЛОТНЫЙ НАГНЕТАТЕЛЬНЫЙ КЛАПАН	ИЗНОШЕННЫЙ ПЛУНЖЕР	НЕПЛОТНЫЙ ТРУБОПРОВОД ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ
Высокие отражённые волны									
Плоские отражённые волны									
Подвпрыски									
Крутой подъём давления после начала впрыскивания									
Наличие «запорного крюка»									
Слишком затянутый впрыск									
Слишком короткий впрыск									
Плавный подъём давления									
Крутой подъём давления									
Низкое пиковое давления									
Высокое пиковое давление									

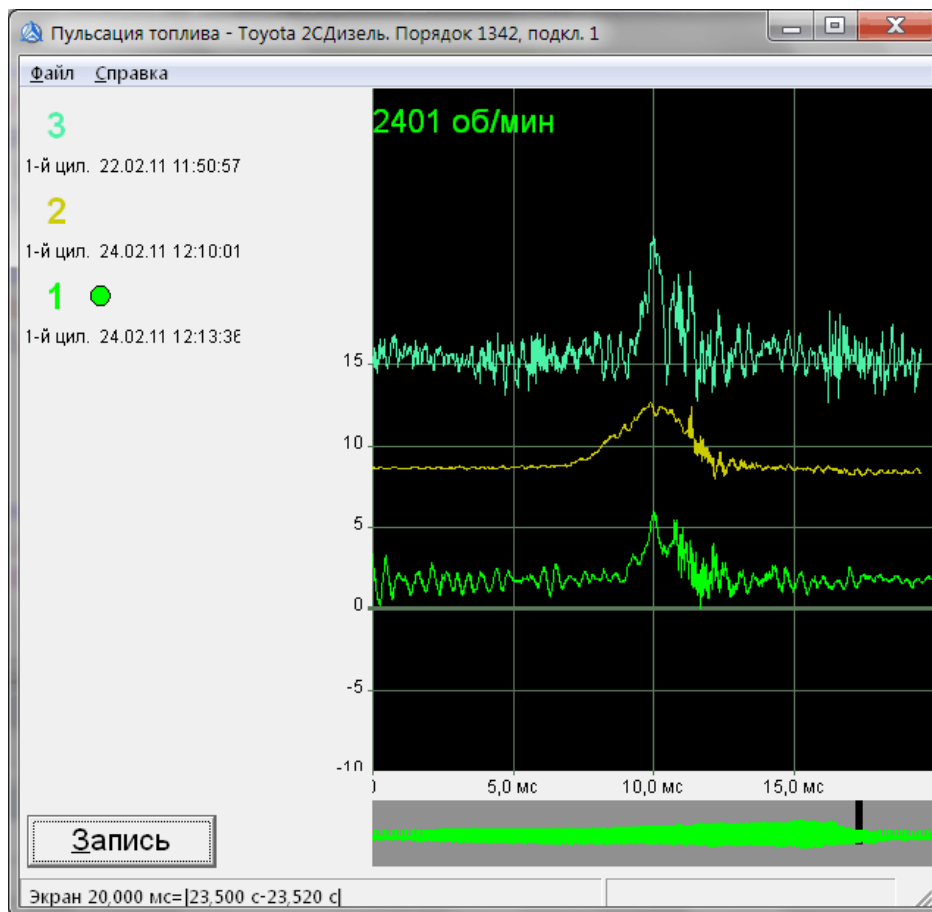
Для системы с насос-форсунками или аккумуляторной системы впрыска нельзя провести анализ высокого давления с использованием зажимных датчиков. В случае аккумуляторной системы впрыска при помощи осциллографа можно зафиксировать колебания давления в аккумуляторе с использованием штатного датчика давления в аккумуляторе. Более простым методом при диагностировании аккумуляторных систем впрыска является измерение расхода топлива в линии обратного слива форсунки.

Пульсации измеряются при помощи датчиков ПД-4/ПД-6, устанавливаемых на исследуемую топливную трубку. Так как к модулю АМД-4АКМ одновременно можно подключить только один датчик ПД-4/ПД-6, сигналы пульсаций давления нужно просматривать и записывать отдельно для каждого цилиндра (испытание **Смесь ⚡ Пульсации топлива**).

При формировании отчёта можно выбрать записи графиков разных цилиндров и свести их вместе для большей наглядности в испытании **Смесь ⚡ Пульс. топлива - сравнение**. Сначала выбираются несколько записей из базы. Можно выбрать от 2 до 8 записей для сравнения. Записи для выбора можно отфильтровать по клиентам.



По кнопке «Далее» появляется окно, в котором отображаются выбранные записи



На "панели отображения" показаны 3-и момента впрыска топлива из разных записей.

На "навигационной панели" показан график всего буфера данных активной записи. Переход между записями по клавише "Tab".

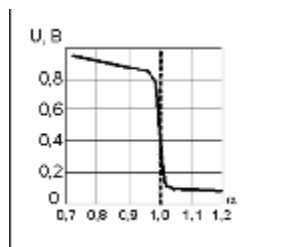
У активной записи можно выбрать нужный кадр клавишами "PageUp" и "PageDown".

Кнопка "Запись" служит для записи отчета. Отчёт записывается в базу данных, где его потом можно просмотреть, настроить масштаб каждого канала. Переход между каналами клавишами "PageUp" и "PageDown" или мышкой (активный помечается зелёной точкой). У активного канала можно менять шкалу по Y. Эту запись можно распечатать.

4.6 Диагностика датчиков

Диагностика лямбда-зонда

Лямбда-зонд включен в контур обратной связи системы регулирования и показывает отклонение состава смеси от стехиометрического. На рисунке представлен график изменения напряжения на выходе циркониевого лямбда-зонда. Если смесь богатая, то лямбда-зонд выдает повышенное напряжение, если бедная – то низкое. ЭБУ, измеряя сигнал с лямбда-зонда, анализирует состав смеси. И в зависимости от состава увеличивает или уменьшает количество топлива, пытаясь выдержать стехиометрический коэффициент $\alpha=1.0$.



Физически лямбда-зонд вкручен в выпускной коллектор. Существуют несколько разновидностей: с электрическим подогревом, с подогревом от выхлопных газов, с подтягивающим резистором.

Просмотреть сигнал лямбда-зонда можно в режиме самописца, подключив его выход (через подходящий ответвитель) ко входу **Vx1(IN1)**.

Сигнал лямбда-зонда должен постоянно меняться от высокого уровня к низкому. Это означает, что контроллер работает с включенной обратной связью по лямбда-зонду.

Если сигнал постоянно находится в крайнем верхнем положении (0,8...1,0В), то это означает, что смесь очень богатая, и контроллер не в состоянии ее обеднить (в цилиндр попадает много топлива, например, “льющая” форсунка, повышенное давление топлива, неправильные данные с ДМРВ, ДПДЗ, забитый воздушный фильтр). Если сигнал находится около нуля, то смесь очень бедная (загрязненные форсунки, пониженное давление топлива) или неисправен сам лямбда-зонд.

Если сигнал завис в каком-либо положении (обычно в среднем) и не реагирует или реагирует, но очень слабо, на резкое изменение подачи топлива (“перегазовка”), то это так же свидетельствует о неисправности лямбда-зонда.

Частота изменения сигнала должна быть не ниже 8 раз в секунду на холостых оборотах. Меньшее значение частоты говорит о низкой скорости реакции лямбда-зонда. В среднем для циркониевого датчика (устанавливаемого на большинстве автомобилей), выходное напряжение должно изменяться в диапазоне:

- минимальное напряжение, примерно 0,2 В и меньше;
- максимальное напряжение, примерно 0,8 В и больше.

В некоторых системах «масса» лямбда-зонда подключена не к «массе» автомобиля, а к внутреннему источнику напряжения ЭБУ, в этом случае напряжение на сигнальном выводе может быть и 2...4 В, но в любом случае амплитуда колебаний не должна быть меньше 0,6 В.

Постоянное напряжение в диапазоне 0,4...0,6 В (зависит от ЭСУД, могут быть и другие напряжения, например, значительно больше 1 В) может говорить о высоком выходном сопротивлении датчика. Это может происходить из-за разрыва сигнальной цепи датчика или цепи заземления, отсутствия напряжения на нагревателе датчика или из-за неисправности самого лямбда-зонда.

Аналогично можно проверить и другие датчики системы ЭСУД, просматривая их выходные сигналы в режиме самописца или осциллографа.

4.7 Диагностика исполнительных механизмов

Диагностика форсунок

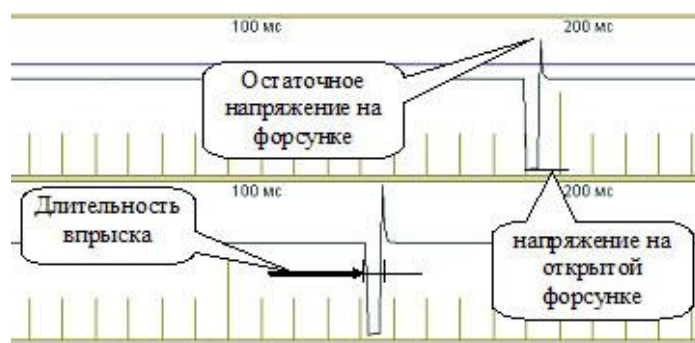
Одними из основных исполнительных механизмов в системе топливоподачи инжекторного автомобиля являются топливные форсунки. С их помощью топливо дозированными порциями подается в цилиндр. Один вывод форсунки (“+”) подключен к +12 В, другой – к выходному драйверу контроллера. (В некоторых системах, где используются низкоомные (2-4 Ом) форсунки, выводы “+” могут быть подключены к +12 В через дополнительные резисторы или к выходу широтно-импульсного модулятора контроллера для уменьшения мощности, рассеиваемой форсункой).

Для наблюдения и измерения сигналов на выводах управления форсунками можно подключить к ним входа **Vx2(IN2)...****Vx5(IN5)** (для подключения к форсункам на двигателях ВАЗ 211Х необходимо использовать кабель-адаптер форсунок ВАЗ **АМ4-СН1-ФОРСУНКА** или коммутатор **КФ-2** совместно с кабелем **АМ4-С73-БЛОК**) и исследовать сигналы в испытании **Смесь** **Ф** **Форсунки - форма напр.**

Измерение параметров сигналов проводится в испытании **Смесь** **Ф** **Форсунки -измерения**. Выброс напряжения после отключения должен быть не менее 60 В. Меньшее напряжение говорит о короткозамкнутом витке в катушке форсунки или о неисправности выходного драйвера контроллера.

В момент замыкания форсунки на землю импульс должен иметь четкий фронт, и падение на ключе в большинстве систем не должно быть более 0,4 В. Иначе, или неисправен выходной драйвер, или имеются межвитковые замыкания в обмотке форсунки.

Длительность (время) впрыска должна соответствовать нормальной работе двигателя.



Другие исполнительные устройства ЭСУД (регуляторы ХХ, клапана, реле и т.д.). проверяются просмотром сигналов на них в режиме осциллографа.

