

СРЕДСТВА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ

**Компьютерный комплекс  
ДИЗЕЛЬ-ТЕСТЕР МТ10Д  
с программным обеспечением  
МТ10 и блоком автомобильной  
диагностики АМД-4Д  
руководство пользователя**

---

MT5D03AMD0513-A3

**СОДЕРЖАНИЕ**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. ВВЕДЕНИЕ .....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>2. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ .....</b>                             | <b>4</b>  |
| 2.1 Назначение входов и подключение кабелей и датчиков .....    | 4         |
| <b>3. РАБОТА В РЕЖИМЕ ОСЦИЛЛОГРАФА И САМОПИСЦА .....</b>        | <b>8</b>  |
| 3.1 Виды синхронизации .....                                    | 10        |
| 3.2 Запись графиков в базу данных .....                         | 11        |
| 3.3 Режим Запись .....  | 12        |
| <b>4. РАБОТА В РЕЖИМЕ МОТОР-ТЕСТЕР .....</b>                    | <b>13</b> |
| 4.1 Диагностика АКБ и генератора .....                          | 16        |
| 4.2 Диагностика системы предпускового разогрева .....           | 19        |
| 4.3 Диагностика состояния цилиндропоршневой группы .....        | 20        |
| 4.4 Измерение абсолютного давления во впускном коллекторе ..... | 31        |
| 4.5 Диагностика системы питания .....                           | 33        |
| 4.6 Диагностика датчиков .....                                  | 46        |
| 4.7 Диагностика исполнительных механизмов .....                 | 48        |
| 4.8 Вибродиагностика .....                                      | 49        |

## **1. Введение**

Диагностический комплекс **Дизель-Тестер МТ10Д** с использованием блока автомобильной диагностики **АМД-4Д** предназначен для углубленной диагностики дизельных двигателей и позволяет эффективно выявлять неисправность в следующих системах:

### ***Система предпускового разогрева***

- Диагностика электрических цепей свечей накала или запальной свечи.

### ***Система топливоподачи***

- 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).
- Определение состава выхлопных газов путем подключения внешнего газоанализатора.
- Электрическая проверка каналов управления электрическими топливными форсунками.

### ***Система газораспределения и ЦПГ***

- 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.
- Оценка качества работы впускного тракта и системы турбонаддува.

### ***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***

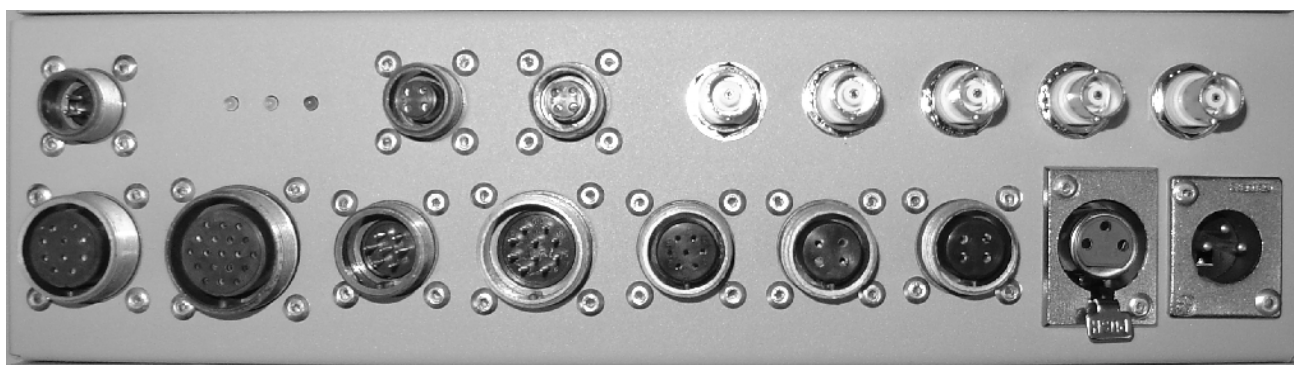
- Работа в режиме многоканального самописца или осциллографа с возможностью синхронизации от любого из каналов или от специальных каналов синхронизации (датчика положения коленчатого вала (ДПКВ), датчика верхней мертвой точки (ДВМТ) или пьезодатчика впрыска). Одновременное отображение до 8 каналов на экране с возможностью записи.
- Вибродиагностика систем и агрегатов ДВС.

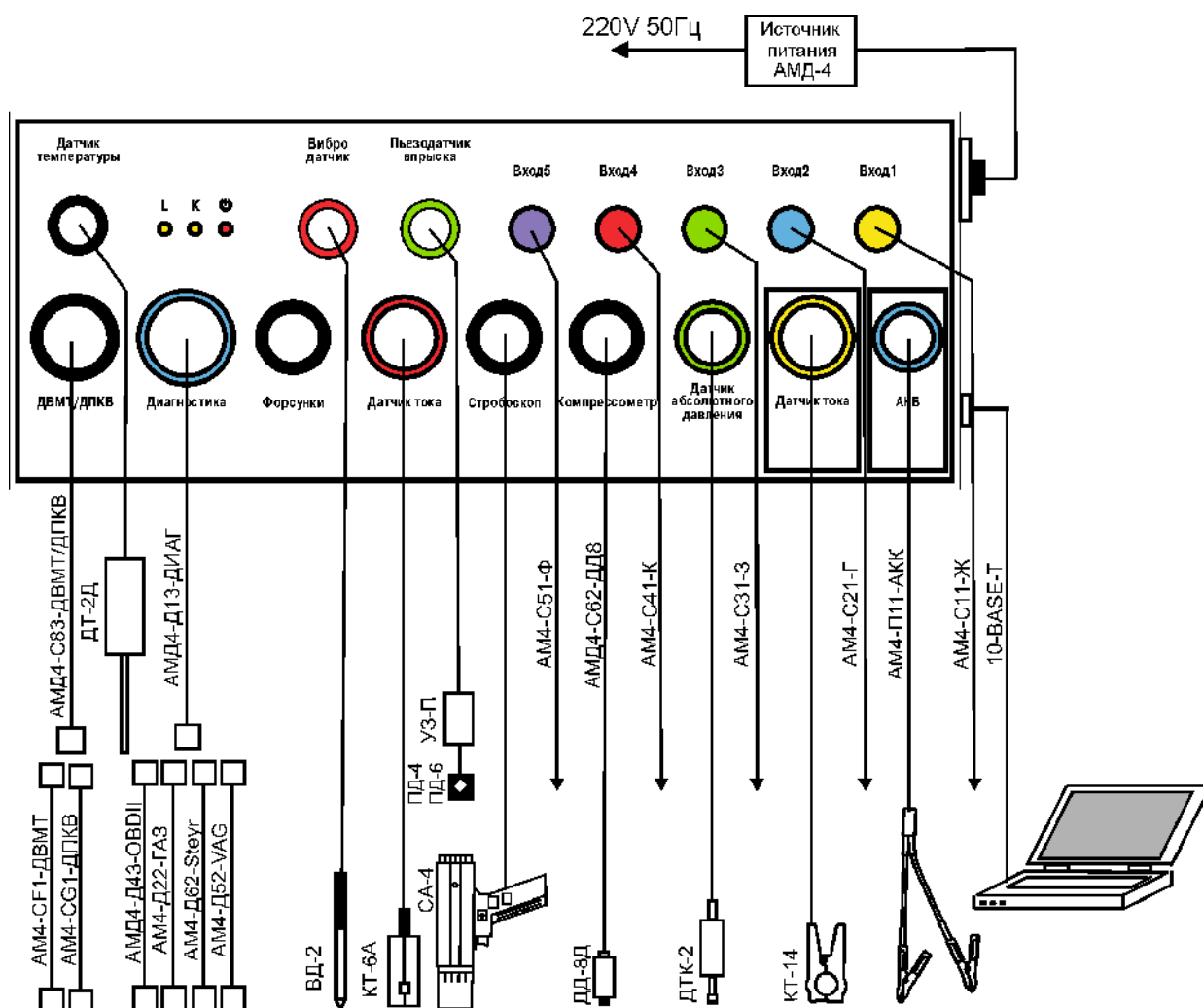
## 2. Подготовка к работе

### ВНИМАНИЕ!

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

### 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.

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-З-ХХ**, **ШП-КТ** («крокодил»), **ЩУПЫ-ИГЛЫ**.

### Вход «Пьезодатчик впрыска (Piezo Clamp)»

Предназначен для подключения пьезодатчиков **ПД-4/ПД-6** (с внешним усилителем заряда **УЗ-П**).

Пьезодатчики **ПД-4/ПД-6** закрепляются на топливной трубке какого-либо (обычно первого) цилиндра на 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.

### **Вход «Вибродатчик (Vibration sensor)»**

Предназначен для подключения вибродатчика ВД-2 для проведения вибродиагностики систем и агрегатов ДВС.

### **Форсунки (Injectors)**

Предназначен для измерений и наблюдения формы сигналов в цепях электрических дизельных форсунок. Возможно подключение до 4 каналов.

### **АКБ (Battery)**

Предназначен для подключения к аккумулятору автомобиля. Используется для измерения напряжения аккумулятора и его пульсаций в испытаниях **Электрика** ⇨ **Генератор, ЦПГ** ⇨ **Компрессия (по току)**. Он также используется для питания блока АМД-4Д 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 и его модификаций. С его помощью можно измерять разрежение или избыточное давление (на двигателях с турбонагнетателем), а также пульсации давления во впускном коллекторе и картере.

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

Предназначен для подключения токоизмерительных клещей КТ-6А и их модификаций. С помощью них можно наблюдать форму тока в цепях свечей накала, 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** ⇨ **Компрессия (по току)**.

### **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 щуп.

### **Компрессометр (Pressure Probe)**

Предназначен для подключения датчика давления ДД-8Д и его модификаций. Он предназначен для измерения компрессии, угла впрыска и наблюдения за процессами в системе газораспределения.

**Внимание:** Предельно допустимое время работы датчика давления на заведенном двигателе составляет 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 3500 об/мин. Датчик беречь от ударов! Использовать только с отключенной топливоподачей в испытываемый цилиндр!

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 впрыска, а в некоторых тестах для установки начальной точки синхронизации.

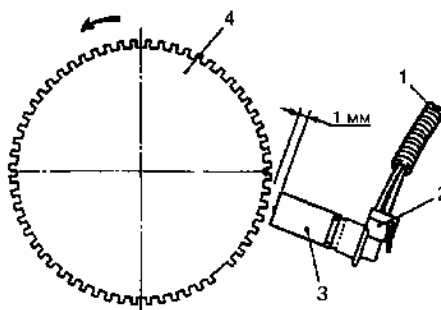
### **Вход синхронизации «ДПКВ/ДВМТ (CPS/DPS)»**

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

На автомобилях с электронной системой управления впрыском установлены специальные зубчатые диски синхронизации. Количество зубьев может быть различным, например:

- Во многих системах Common Rail, устанавливаемых, например на ММЗ 245.7ЕЗ (Bosch EDC7UC31), BAW Fenix1044/1057 (Bosch EDC16C39), 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-4Д.
- 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 специализированные кабели-адаптеры или 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.



**Диск и датчик положения коленчатого вала двигателей ММЗ 245.7ЕЗ**

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

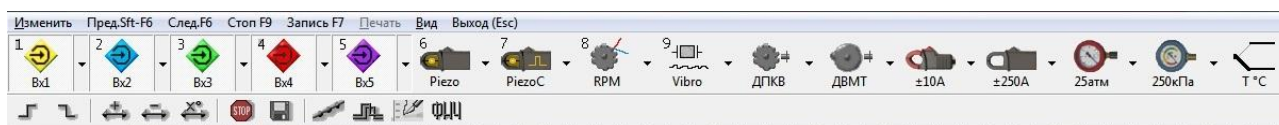
### 3. Работа в режиме осциллографа и самописца

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 8 каналов в режиме осциллографа и до 16 в режиме самописца. Синхронизация в режиме осциллографа 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.

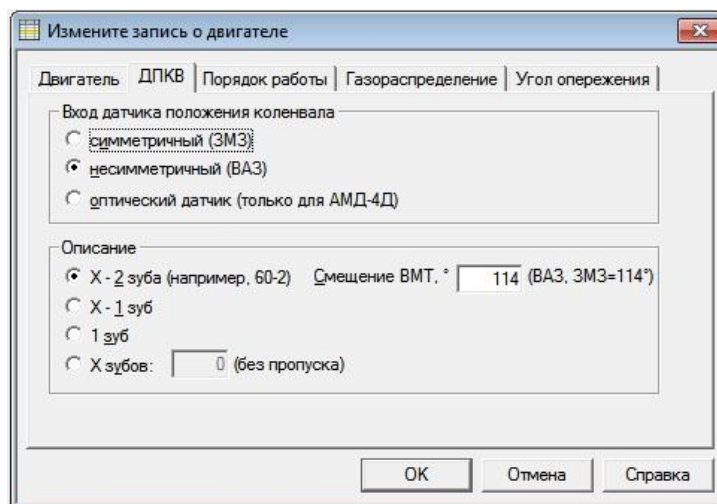
В режиме синхронизации от аналогового входа уровень синхронизации отображается на экране синим цветом. При просмотре параметра можно непосредственно с помощью мыши менять уровень синхронизации. Подведите курсор мыши к полосе уровня синего цвета. При этом он должен измениться на двойную стрелку  $\updownarrow$ . 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 «Пьезо» (пьезодатчик ПД-4/6), «CPS» (датчик положения коленвала, в т.ч. и оптический) 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 синхропауза (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**).

## 3.2 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.

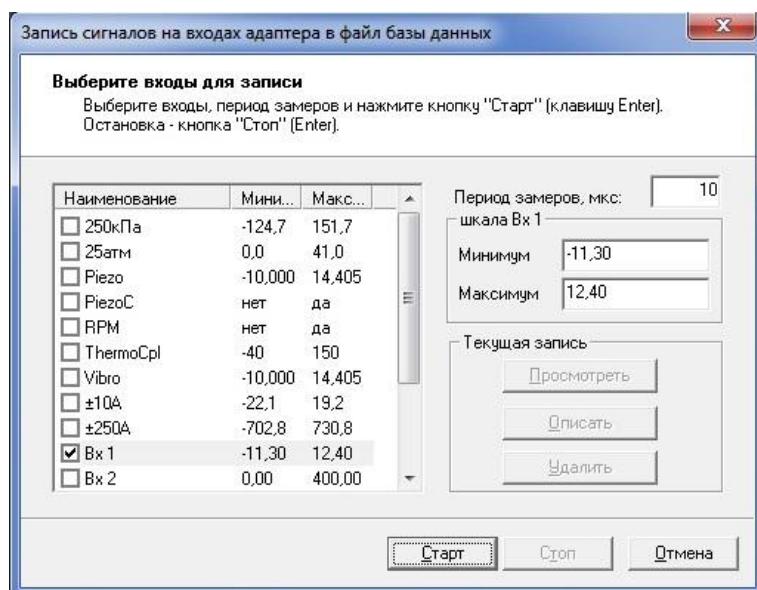
Для осциллографа по нажатию на клавишу (**F7**) записывается текущий кадр развертки.

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**).

### 3.3 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, системы предварительного нагрева, 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.*

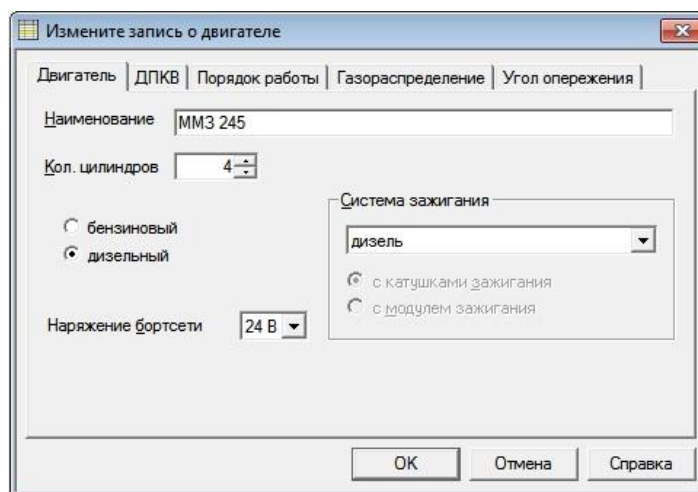
Эффективная диагностика автомобильных двигателей с помощью мотор-тестеров, так же как и при использовании других средств авто-диагностики (сканеров, газоанализаторов и т.д.), возможна только при наличии у пользователя (диагноста) определенных знаний и навыков. К ним относятся четкое понимание принципов работы двигателей внутреннего сгорания и устройства их механической части, а также знания об устройстве и принципах работы различных систем двигателя.

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, 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

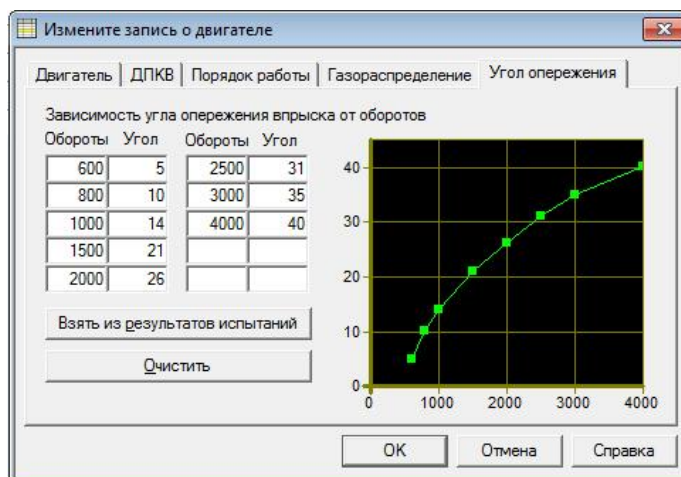
Перед проведением диагностики обязательно проверьте, какой двигатель выбран в окне «двигатель»:



Если в базе нет подходящего двигателя, его можно добавить, нажав кнопку «Новая запись». Порядок работы цилиндров можно выбрать из предложенных вариантов, либо ввести вручную.

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

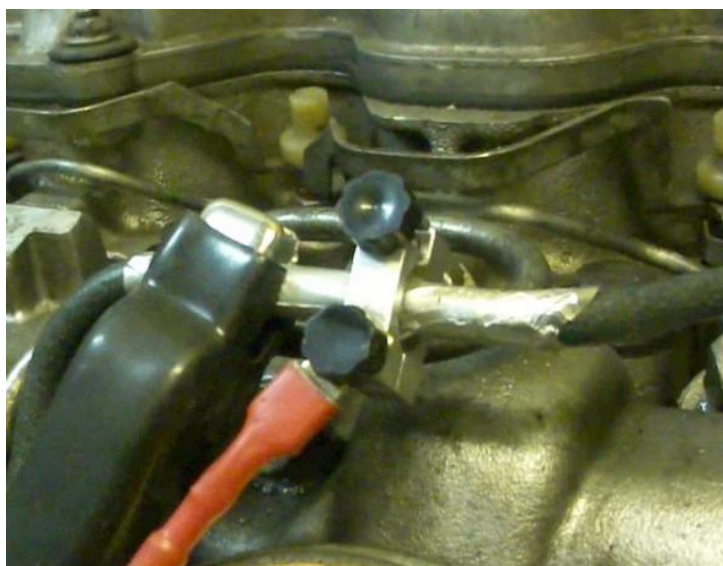
В закладке «Угол опережения» можно указать характеристику работы центробежного регулятора угла впрыска. Она будет нужна в тестах «Пульсации давления на впуске», «Пульсация топлива» для правильного отображения градусной шкалы. Характеристику можно построить в тесте «Угол впрыска – по стробоскопу» или «Динамическая компрессия».



### Настройка синхронизации (только на плунжерных ТНВД и механических форсунках)

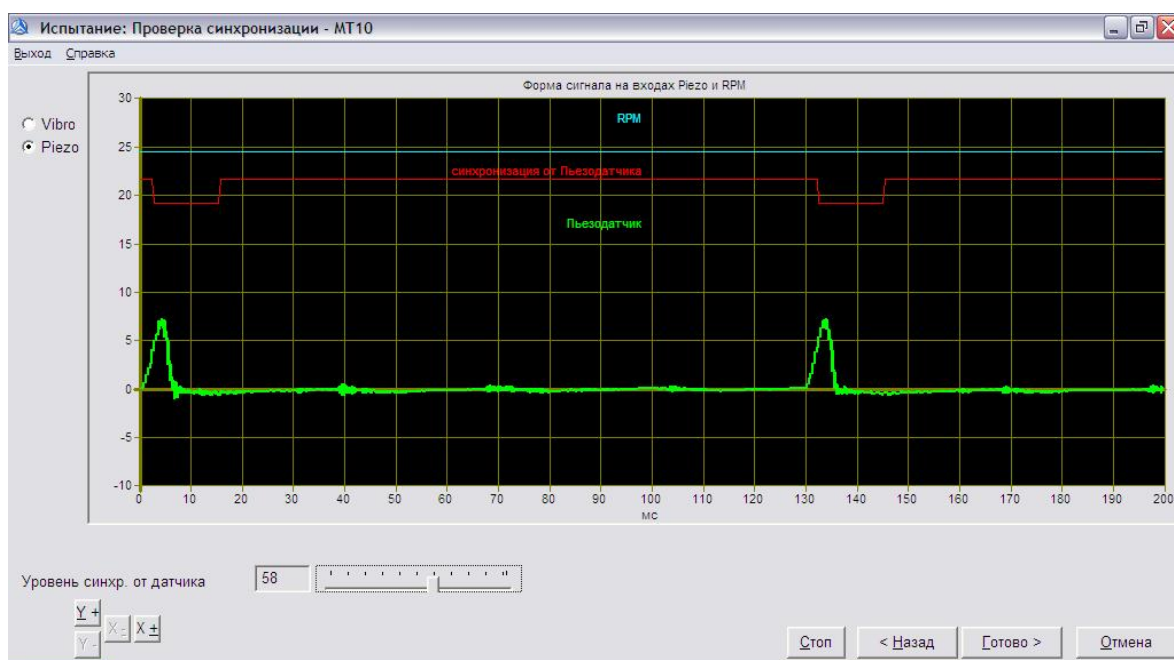
Пьезодатчик ПД-4/6 подключить через усилитель заряда УЗ-П ко входу **Пьезодатчик впрыска (Piezo Clamp)** и укрепить его на топливной трубке первого цилиндра. Он нужен для правильного отображения номеров цилиндров в измерениях.

Если топливопровод окрашен, то можно либо зачистить от краски, либо обернуть фольгой небольшой участок топливопровода и уже на это место закрепить пьезодатчик и зажим-крокодил усилителя заряда.



По окончании измерений необходимо удалить фольгу с трубки.

На заведенном двигателе проверить сигнал синхронизации, выбрав **Синхронизация** ⇨ **Проверка и настройка**. При неустойчивой синхронизации можно подрегулировать уровень срабатывания движком «Уровень синхронизации» (запись этого уровня для дальнейших испытаний происходит при выходе по кнопке «Готово»).



Рекомендуется использовать уровни синхронизации 15...25%, чтобы снизить погрешность измерений угла впрыска на холостых оборотах, но на больших оборотах сигнал становится очень «шумным», поэтому при нестабильной синхронизации необходимо будет увеличить этот уровень (в большинстве тестов уровень синхронизации задаётся напрямую в начальном окне).



#### 4.1 Диагностика АКБ и генератора

Для проверки АКБ и генератора предназначено испытание **Электрика**  $\Rightarrow$  **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 - "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 использовать пьезодатчик **ПД-4/ПД-6**. 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 бортсети.
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  $2000 \pm 200$  об/мин. Напряжение и пульсации должны укладываться в допуски (напряжение батареи должно быть в пределах 13,5...14,5 (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  $2000 \pm 200$  об/мин) уменьшается, причиной может быть слабое натяжение ремня привода генератора, неисправность генератора или неисправность регулятора напряжения.

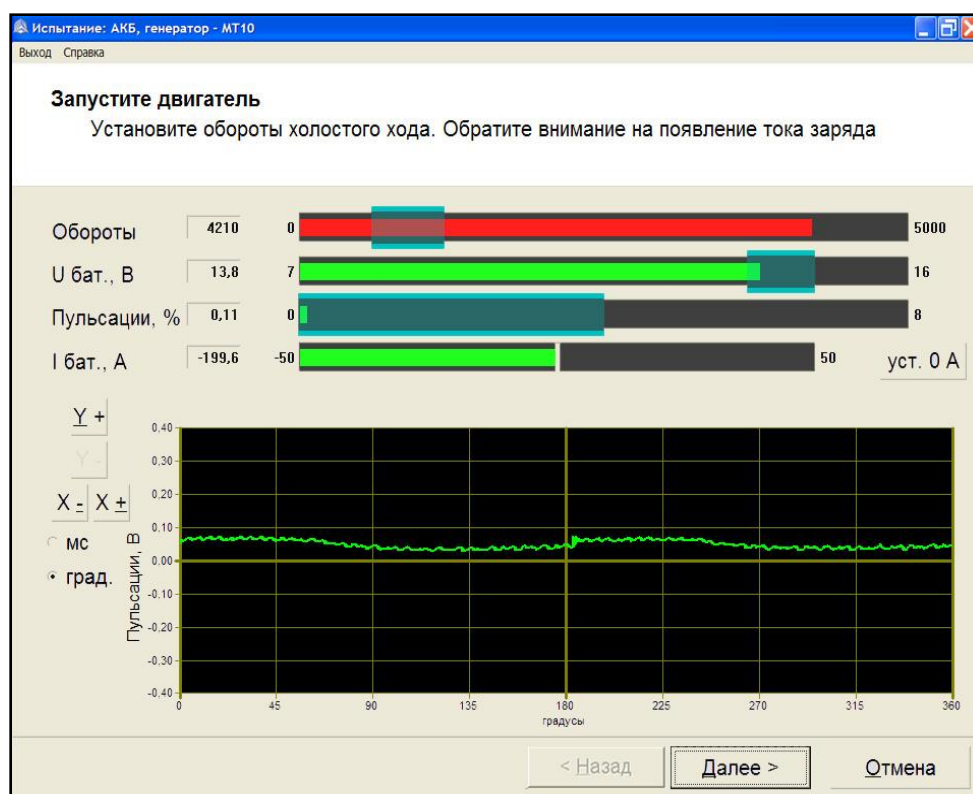
Если напряжение батареи ниже нормы и при включении фар (частота вращения  $2000 \pm 200$  об/мин) остается практически неизменным, то причиной является неисправность регулятора напряжения.

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

- плохой контакт в цепи от «+» генератора до регулятора напряжения;
- 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.



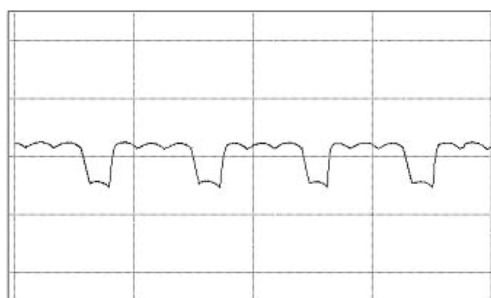


При наличии каких-либо дефектов (обрыв обмотки генератора, пробой диодов), осциллограмма сигнала резко изменится.

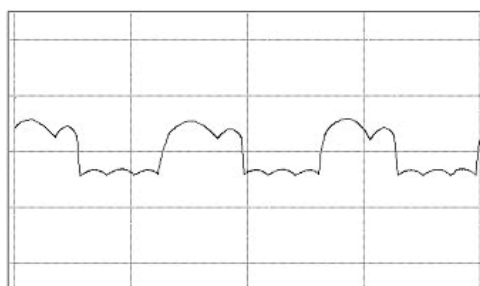
Постоянный повышенный уровень пульсаций может быть из-за плохого контакта генератора с аккумулятором.

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.

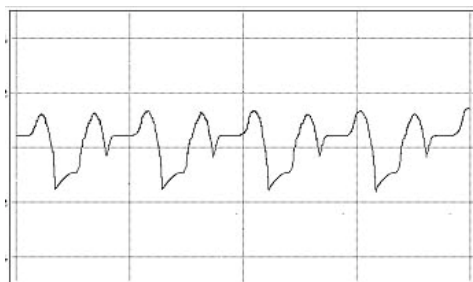
При выходе из строя отрицательного диода (пробой) осциллограмма пульсаций примет следующий вид:



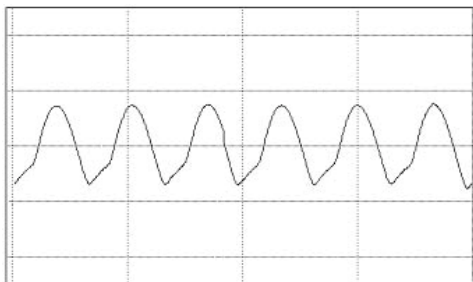
Если неисправен положительный диод (обрыв), то осциллограмма примет следующий вид:



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

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

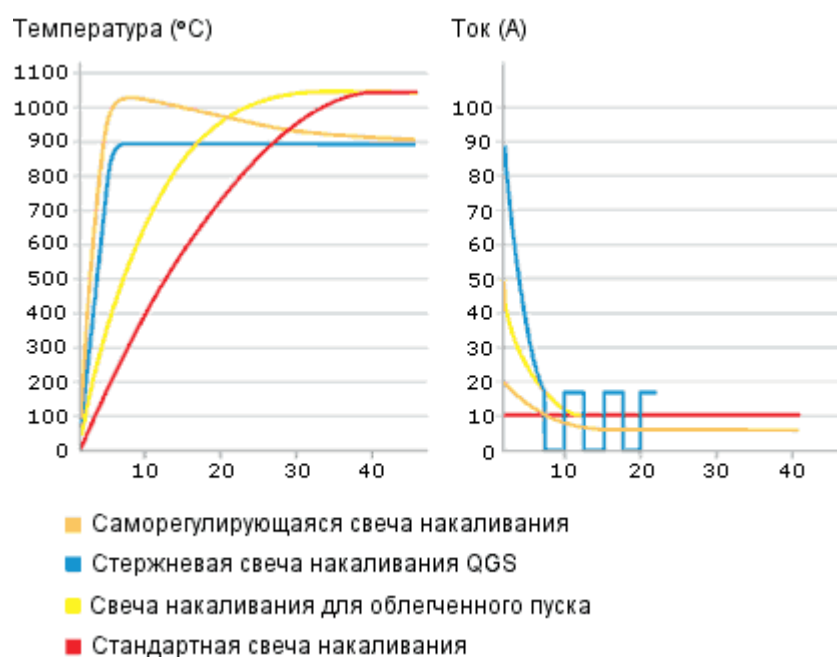
Они имеют нагревательную спираль, сопротивление которой изменяется при изменении температуры. Сначала сопротивление низкое, так что через нагревательную спираль протекает большой ток. Температура поднимается быстрее, чем в случае стандартных свечей - в результате этого сокращается время предварительного 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 (например, Mercedes 6XX), 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 измерять его нужно 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

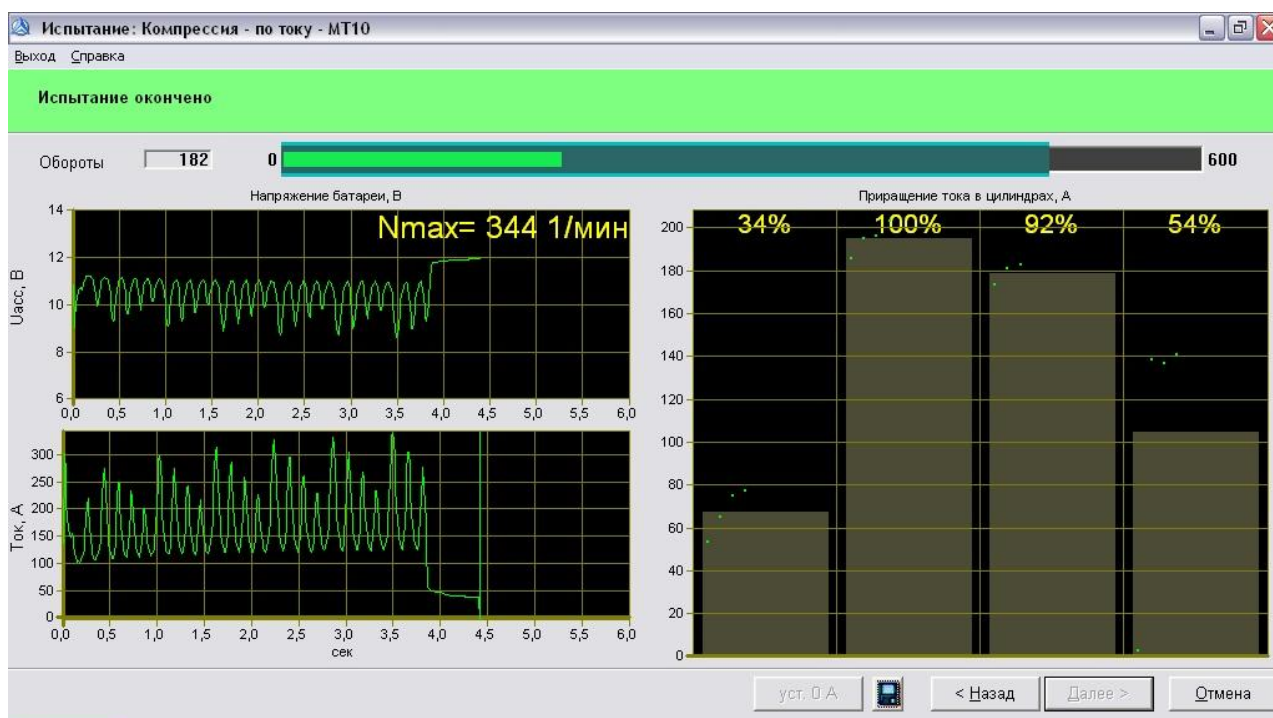
Пусковые свойства и качество сгорания у дизельного двигателя сильно зависят от достигаемого давления сжатия. Поэтому утечки из камеры сгорания должны проверяться при каждом более тщательном поиске неисправностей. К классическим методам такой проверки относятся **проверка компрессии** при пусковой частоте вращения коленвала и **тест падения давления**.

#### 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**  $\Rightarrow$  **Компрессия (по току)**). Для этого измерения используются токовые клещи **КТ-14** или их модификации. Их необходимо прицепить 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 блокировки запуска двигателя необходимо отключить топливоподачу (на ТНВД обычно стоят электромагнитные или вакуумные клапаны). Если на двигателе присутствует датчик положения распредвала (датчик фазы), то его сигнал можно использовать для синхронизации, подключив его выход при помощи подходящего ответвителя к входу **Bx1(IN1)**. В этом случае можно точно установить соответствие измерений номерам цилиндров.

Испытание надо проводить при полностью открытой дроссельной заслонке (если она есть).

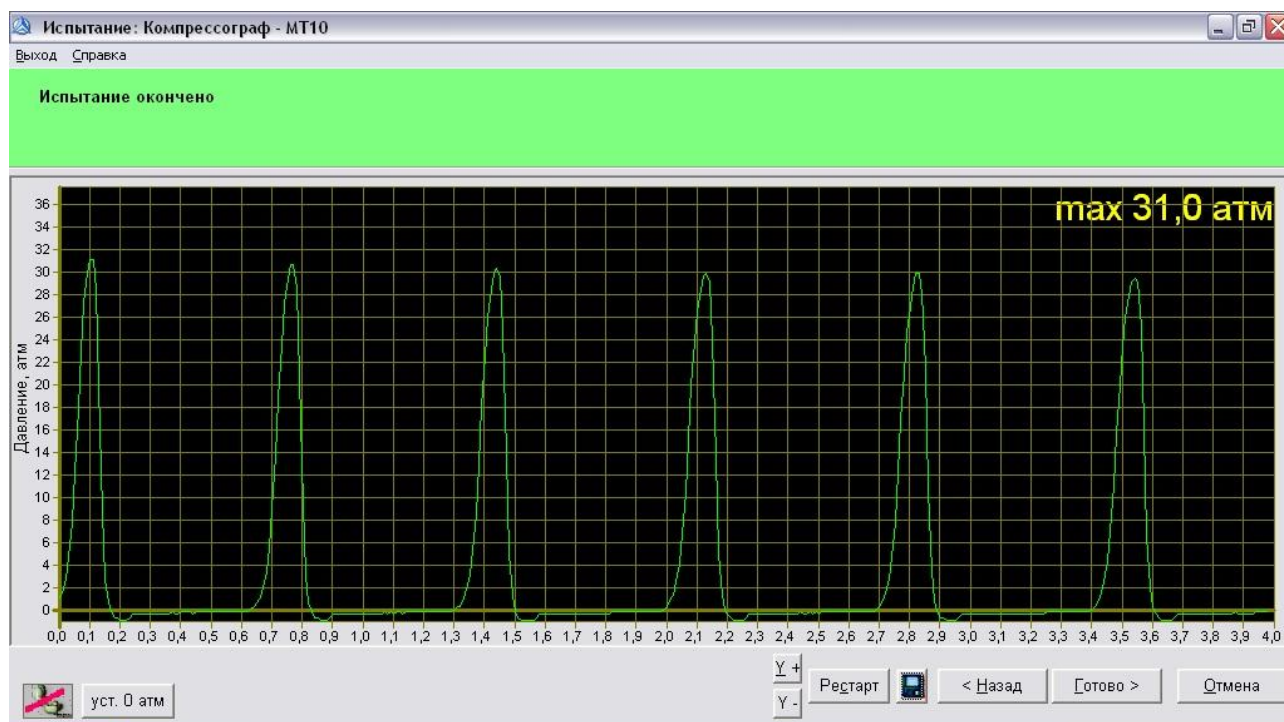


По результатам измерения строится график абсолютного приращения тока стартера по цилиндрам и вычисляется относительная компрессия. За 100% берется цилиндр с наибольшим приращением тока.

Кроме оценки изменения силы тока, следует обращать внимание на пусковую частоту вращения коленчатого вала. Как правило, она должна находиться в диапазоне между 200...250 об/мин при приращении силы тока более 30 А. Превышение частоты вращения коленчатого вала границы в 300 об/мин и нарастание силы тока менее 30 А указывают на изношенность двигателя. В этом случае следует провести измерение компрессии по цилиндрам. Частоты вращения ниже 200 об/мин могут быть при неисправности стартера, севшем или изношенном аккумуляторе.

При оценке кривой силы тока стартера или напряжения АКБ в проверке участвует не только компрессия в цилиндрах, но и сам стартер. При дефектном стартере с изношенными щетками или поврежденным коллектором на кривой будут видны атипичные пики тока или напряжения (на графике будет выглядеть как шум). В этом случае измерение компрессии этим методом не даст правильных результатов.

Точно измерить значения компрессии можно при помощи датчика давления ДД-8Д и его модификаций (испытание ЦПГ  $\Rightarrow$  Компрессограф). Для проведения этого испытания также **необходимо отключить систему топливоподачи**. В зависимости от конструкции двигателя датчик через дополнительные переходники устанавливается либо вместо форсунки, либо вместо свечи накаливания. 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 открытой дроссельной заслонкой (если она есть). Для полной оценки рекомендуется повторно проводить испытание и с полностью закрытой дроссельной заслонкой (если она есть). 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 и в бензиновых, и в дизельных 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 может снижаться в два раза. После пуска и прогрева компрессия, как правило, увеличивается. 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 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, а при последующих оно возрастает, 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.*

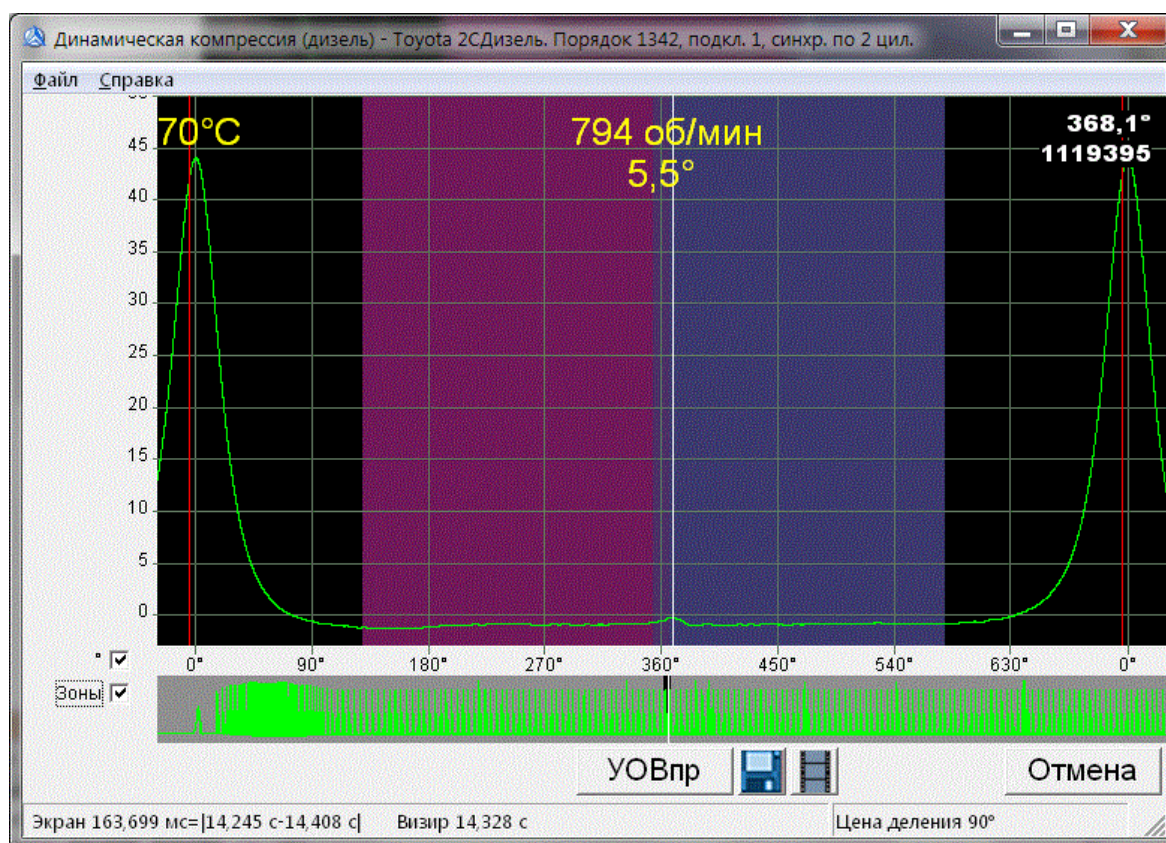
*Соблюдение всех этих условий в значительной степени снижает вероятность неправильных выводов о состоянии ЦПГ и клапанов по результатам замера компрессии.*

#### 4.3.2 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-8Д позволяет оценить правильность установки фаз без разборки двигателя и оценить работу газораспределительного механизма в динамике на работающем двигателе. Для этого служит испытание **ЦПГ** ⇒ **Динамическая компрессия**.

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





- График зеленого цвета представляет собой сигнал, полученный с датчика давления.
- Вертикальные красные линии показывают момент 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). Включаются «флажком» «Зоны». Шкала в градусах и миллисекундах переключается «флажком» «□».
- 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

- 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

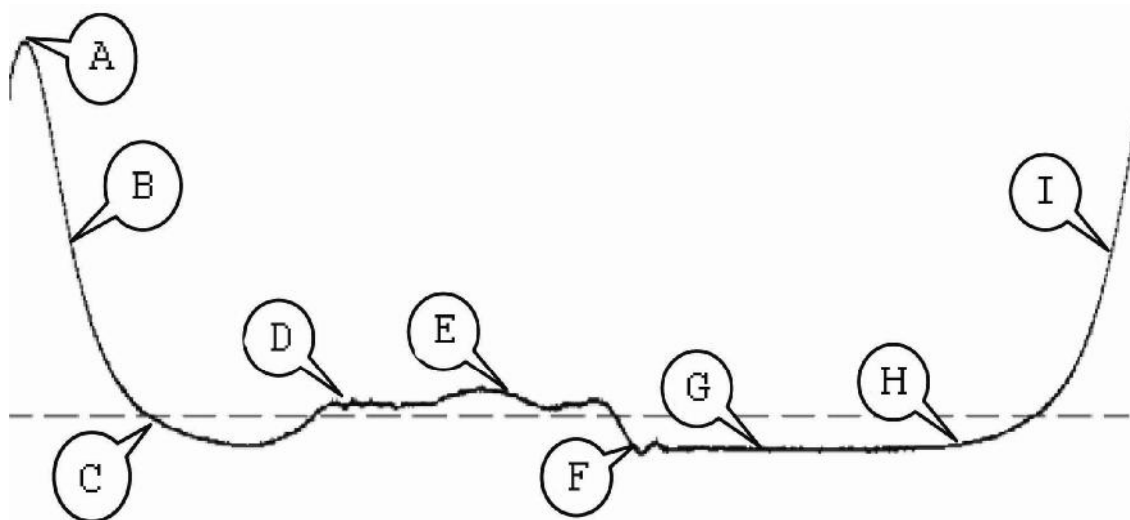
На графике рисуется диаграмма, характеризующая один полный цикл работы двигателя, т.е. 720 град. или два оборота коленвала.

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 впрыскивания топлива и ВМТ есть угол впрыска.

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. Это значит, что впускной клапан открывается на несколько градусов раньше ВМТ, а выпускной клапан закрывается 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.

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



А - Зона готовности

- Поршень в ВМТ.
- Содержимое цилиндра сжато.
- Оба клапана закрыты.

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.
- Впускной клапан готов открыться.

## D - Зона начала выхлопа

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

## E - 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 впускной 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

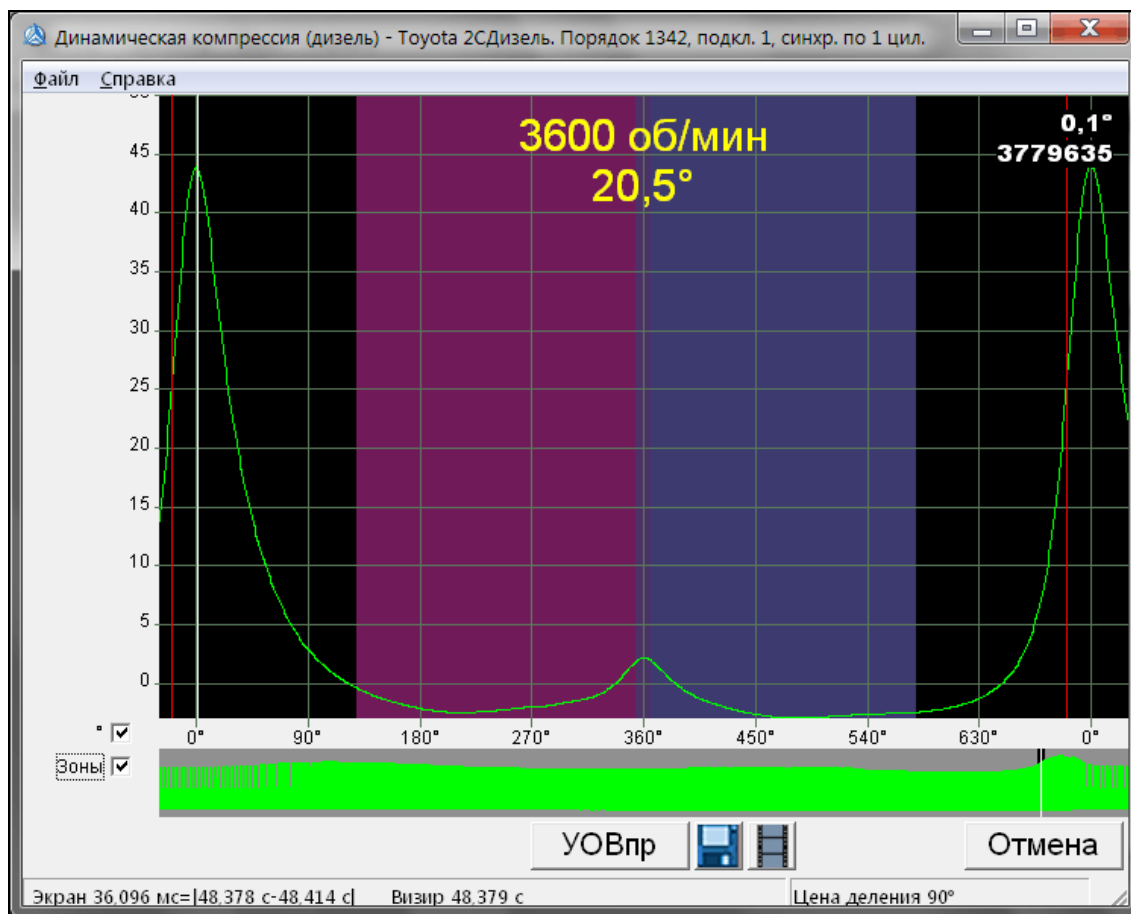
- Поршень заводится в НМТ.
- Впускной клапан закрылся.

## 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. 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.
2. 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 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 ГРМ. При правильно установленных фазах газораспределения 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.



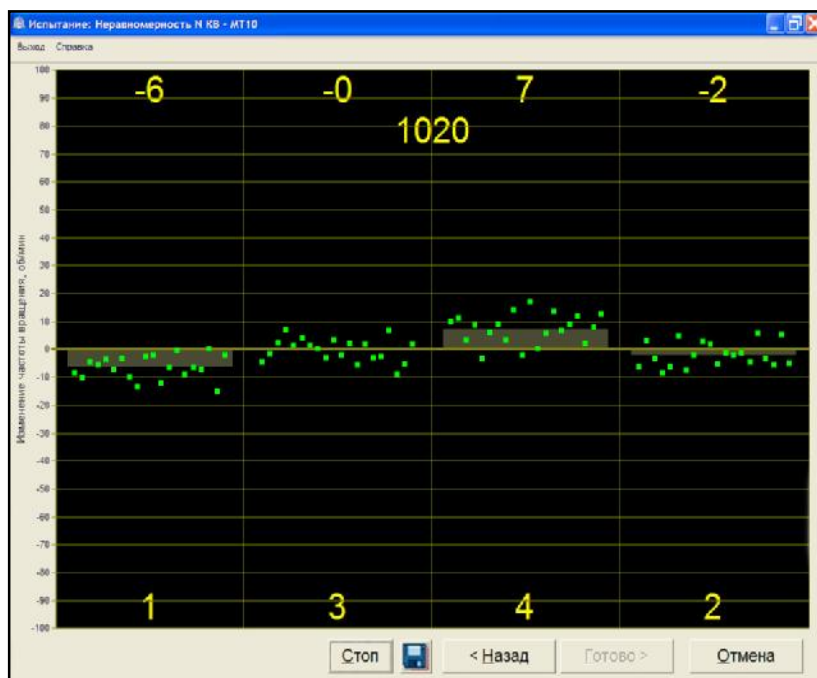
3. Смещение характерных точек на несколько градусов может быть свидетельством неправильно отрегулированных клапанов. Если смещение уменьшается с ростом оборотов, то это факт говорит о слабом натяжении ремня или цепи ГРМ.
4. Если в зоне начала открытия выпускного клапана отсутствует разрежение, то это 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.

#### 4.3.3 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.

##### Неравномерность вращения по ДПКВ

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)». Для правильного отображения номеров цилиндров можно использовать пьезодатчик впрыска (см. п.2.1). Наилучшие результаты достигаются при использовании в качестве датчика ДПКВ оптического датчика ОДК-2.



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 в одном цилиндре и проверить совпадение измерений в программе.

В системах Common Rail неравномерность вращения, как правило, корректируется ЭСУД с помощью изменения топливоподачи каждой форсункой, поэтому в таких системах это испытание не даст правильного результата.

#### 4.3.4 Измерение пульсаций абсолютного давления во впускном коллекторе

Пульсации абсолютного давления во впускном коллекторе является пригодной для диагностики характеристикой общего состояния двигателя.

Абсолютное давление во впускном коллекторе, вследствие периодичности работы цилиндров и наличия нескольких цилиндров, представляет собой пульсирующий ряд значений. При сравнении с эталоном надо учитывать мгновенное среднее значение колебаний в кПа и их амплитуду. Ненормальная работа, как правило, характеризуется колебаниями давления, превышающими номинальное.

Датчик давления ДТК-2 подключается через тройник к подходящему штуцеру на впускном коллекторе. Для показа текущих оборотов и возможности показа графика с угловой разверткой и номерами цилиндров необходимо использовать пьезодатчик ПД-4/6, закреплённый на одной из топливных трубок.

К впускному тракту дизеля КАМАЗ датчик давления можно подключить через переходник, установленный вместо свечи-форсунки электрофакельного устройства.

Испытание проводится в пункте «Смесь» ⇒ Пульсации давления на впуске.

Испытание: "Пульсации давл. на впуске (дизель)"

**Подготовка испытания**  
Подключите датчики к двигателю "diesel 4с (4ц. 1-3-2-4 дизель)"

1. Присоедините датчик 250 кПа в режиме измерения пульсаций к впускному коллектору двигателя.

2. Установите пьезодатчик впрыска на топливную трубку  цилиндра.

3. Установите % подъёма осредненного сигнала для определения момента впрыска топлива (8 - 65%)  %

Длина переходника датчика разрежения (мм)

Уровень синхронизации влияет на точность определения момента впрыска. Но в этом тесте она не важна, поэтому рекомендуется ставить уровень синхронизации в районе 50%. Номер трубки нужен для правильного отображения номеров цилиндров.



Управление аналогично испытанию ЦПГ ⇒ Динамическая компрессия.

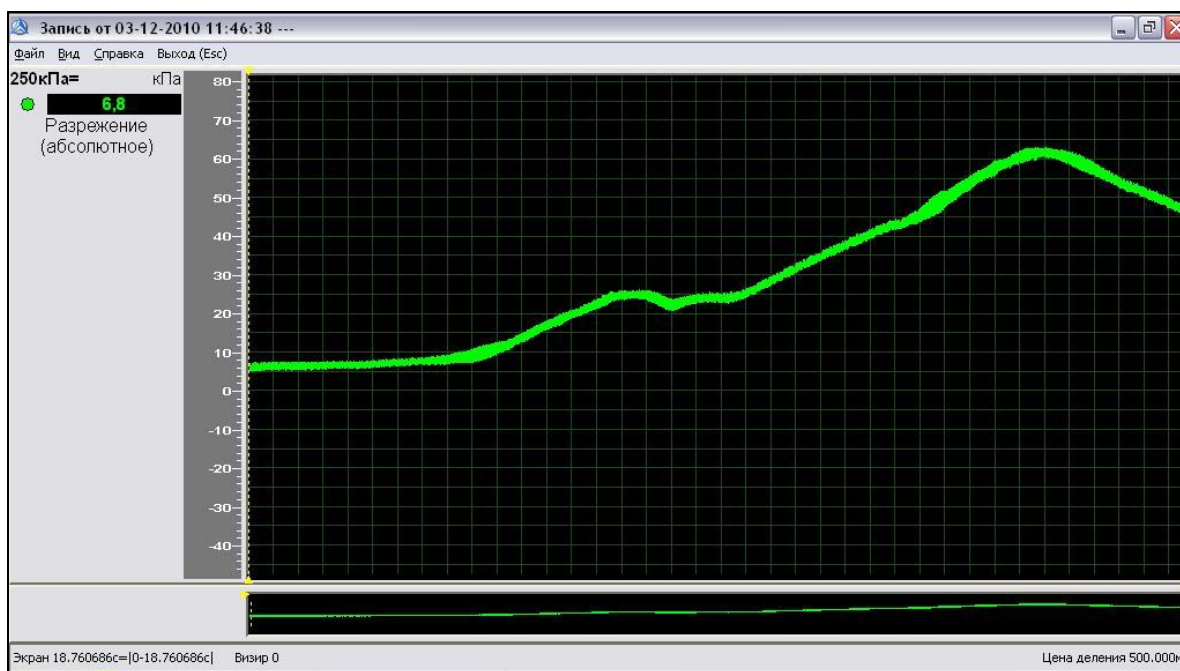
«Флажок» «УВпр» включает поправку градусной шкалы на угол впрыска, взятый из таблицы в описании двигателя.

#### 4.3.5 Диагностика состояния ЦПГ по давлению картерных газов

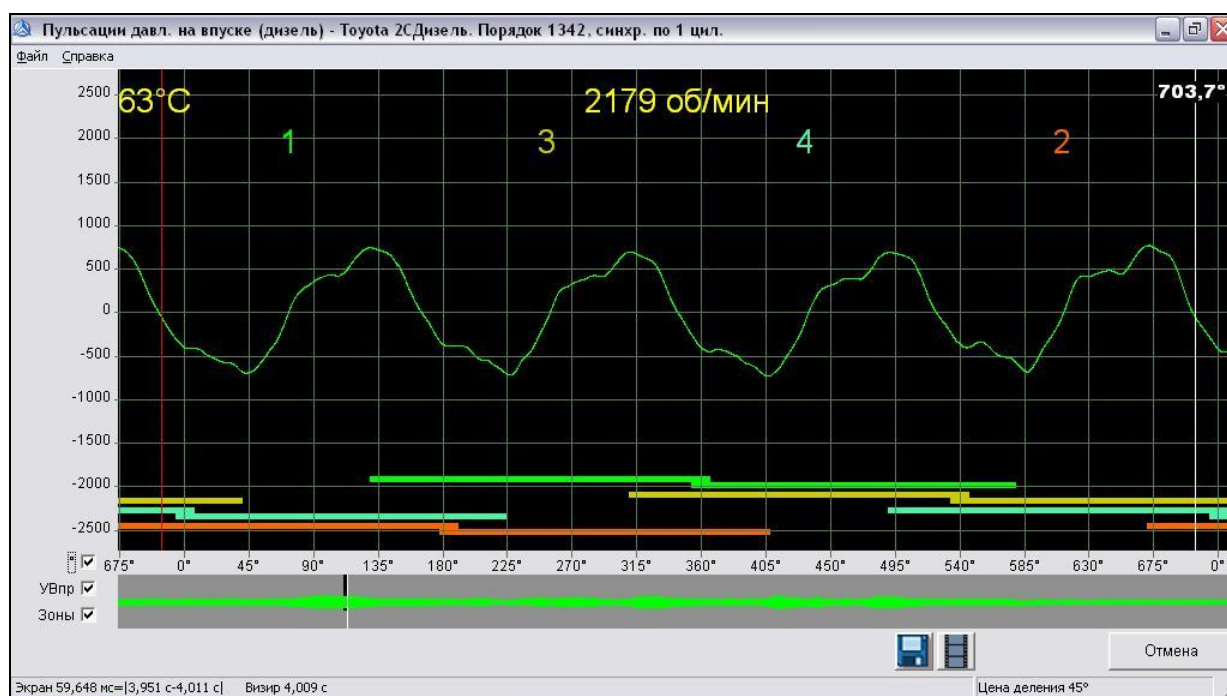
По давлению картерных газов можно в целом оценить состояние цилиндропоршневой группы двигателя - прорыв картерных газов, прогар поршневой группы, закоксованность поршневой группы. Диагностику можно производить как на бензиновом, так и на дизельном двигателе.

Методика состоит в следующем.

- Отсоединить патрубок отвода картерных газов от маслоотделителя.
- Произвести запуск двигателя, прогреть до температуры 70 С.
- Подсоединить датчик давления ДТК-2 к патрубку отвода картерных газов и запустить испытание «Смесь»  $\Rightarrow$  Давление на впуске. Для показа текущих оборотов и возможности показа графика с угловой разверткой и номерами цилиндров необходимо использовать пьезодатчик ПД-4/6, закреплённый на одной из топливных трубок.
- На холостых оборотах давление не должно превышать 60-80 кПа.



- При повышении оборотов избыточное давление не должно повышаться, а идеально должно происходить незначительное вакуумирование.
- Если давление при повышении оборотов повышается, значит, существует прорыв картерных газов в поршневой группе. При резких скачках давления можно говорить о прорыве газов в одном или нескольких цилиндрах.
- При синхронизации от пьезодатчика можно определить, при работе какого цилиндра это происходит. Для этого можно повторить это испытание в режиме «Смесь»  $\Rightarrow$  Пульсации давления на впуске. В этом режиме пульсации давления намного различимее.



Необходимо производить замер прорыва картерных газов на различных оборотах от 850 до 4500 об/мин для реальной картины работы поршневой группы.

Слишком высокое давление картерных газов подпирает слив масла с турбины и повышает давление в самой турбине. Это может приводить к выбросу масла из турбины как в нагнетающую, так и «горячую» улитку.

#### 4.4 Измерение абсолютного давления во впускном коллекторе

Большинство современных дизельных двигателей оборудуются турбокомпрессорами, которые снабжают двигатель, особенно при полной нагрузке, достаточным количеством воздуха. Большее количество воздуха в камере сгорания позволяет впрыскивать большее количество топлива и увеличить мощность, а при меньшей подаче топлива – снизить выброс сажи. Поэтому давление наддува должно проверяться, прежде всего, при жалобах на пониженную мощность двигателя.

Испытание проводится в пункте «Смесь  $\Rightarrow$  Давление на впуске»

Для проверки давления наддува присоединяют датчик **ДТК-2** через тройник к подходящему штуцеру впускного коллектора, измеряют давление и проверяют на соответствие данным производителя. Для показа текущих оборотов необходимо использовать пьезодатчик ПД-4/6, закреплённый на одной из топливных трубок.

Измерение без нагрузки не даст требуемого результата. Короткий период полной нагрузки на режимах свободного ускорения также не является достаточным для измерения давления наддува, т.к. рост частоты вращения турбины не успевает за увеличением частоты вращения коленвала. Поэтому измерение давления наддува можно осуществить при пробной поездке с более постоянной полной нагрузкой или на беговых барабанах.

Не только слишком низкое, но и слишком высокое давление наддува может привести к снижению мощности, т.к. при превышении предельного значения давления наддува для защиты турбокомпрессора, как правило, снижается топливopодача.

При значениях давления наддува, не соответствующих данным производителя, необходимо проверять весь двигатель. Только если установлено, что все узлы и механизмы, окружающие турбокомпрессор, в порядке, можно делать вывод о его замене. В таблице 4.4.1 даются указания к поиску неисправности в условиях, когда давление наддува не соответствует данным производителя.



**Таблица 4.4.1 Таблица поиска неисправностей при несоответствии давления наддува данным производителя.**

| Неисправность                    | Возможная причина   | Способ устранения   |
|----------------------------------|---|---|
| Слишком низкое давление наддува  | 1a. Блок управления в аварийном режиме  | Считывание памяти неисправностей и устранение неисправности   |
|                                  | 1b. Неисправный LDA   | Ремонт LDA или замена   |
|                                  | 1c. Дефектный датчик давления   | Проверка датчика давления и при необходимости замена  |
|                                  | 1d Дефектный расходомер воздуха   | Проверка датчика и при необходимости замена   |
|                                  | 2. Неисправность регулятора давления  |   |
|                                  | 2a. Байпасный клапан постоянно открыт или механизм VTG турбоагнетателя плохо движется                 | Восстановление подвижности или замена   |
|                                  | 2b. Дефект ячейки давления байпасного клапана или привода VTG   | Замена ячейки давления или турбокомпрессора   |
|                                  | 2с. Неисправный электропневматический преобразователь давления регулятора давления наддува            | Проверка управляющего давления и скважности, замена дефектных деталей   |
| Слишком высокое давление наддува | 3. Неисправность турбокомпрессора   | Замена турбокомпрессора   |
|                                  | 1. Тюнинг двигателя (высокая мощность двигателя)  | Чтение памяти неисправностей и списка данных. У насосов с механическим регулированием проверка надёжности ограничения полной нагрузки и LDA |
|                                  | 2. Клапан рециркуляции постоянно открыт (высокая температура газов во впускном коллекторе)            | Проверка и ремонт системы рециркуляции  |
|                                  | 3. Неисправный регулятор давления наддува   |   |
|                                  | 3a. Дефектный датчик давления наддува   | Испытание датчика, при необходимости замена   |
|                                  | 3b. Заблокированный механизм регулирования (байпасный клапан постоянно закрыт или заело механизм VTG) | Восстановление подвижности или замена турбокомпрессора  |
|                                  | 3с. Дефектная ячейка давления   | Замена  |
|                                  | 3d. Дефект электропневматического преобразователя давления  | Проверка управляющего давления и скважности, замена дефектных деталей   |

\* LDA – ограничитель полной нагрузки, зависимый от давления наддува (только у ТНВД с механическим регулированием)

\*\* VTG (VGT) – турбина с изменяемой геометрией (регулирование давления осуществляется поворотом лопаток в корпусе турбины)

*Есть ещё одна часто встречающаяся проблема. Это засорение или оплавление нейтрализатора или другого компонента в системе выпуска отработанных газов автомобиля. Проверить можно самым простым способом, демонтировав часть выпускной трубы, чтобы уменьшить сопротивление выпуску отработанных газов. У бензиновых двигателей в системе выпуска установлен датчик содержания кислорода. Если его демонтировать, то есть возможность проверить давление в выхлопной системе при помощи датчика давления и резьбового переходника. Противодействие не должно превышать 7 кПа. Повышенное давление приводит к катастрофическому износу упорного подшипника и уплотнительного кольца со стороны крыльчатки турбины. Аналогичный эффект на дизельном двигателе происходит при забитом сажеуловителе.*

Для двигателей с турбокомпрессором очень важно хорошее состояние воздушного фильтра. Если пропускная способность воздушного фильтра сильно ухудшена, значительно меньшим сопротивлением для подачи воздуха является система вентиляции картера двигателя, в том числе и сальники валов двигателя. Турбокомпрессор начинает потреблять недостающий объем воздуха через патрубков вентиляции картера двигателя.

Состояние фильтрующего элемента воздушного фильтра несложно проверить при помощи этого же теста измерения разрежения/наддува во впускном коллекторе. При работе двигателя на холостом ходу показания разрежения должны находиться вблизи нулевой отметки. Во время резкого разгона двигателя, по мере увеличения оборотов двигателя, значительное повышение разрежения указывает на сопротивление элемента воздушного фильтра. Затем наступает резкое увеличение давления от нагнетания турбокомпрессора.



## 4.5 Диагностика системы питания

### 4.5.1 Измерение угла впрыска (только на плунжерных ТНВД и механических форсунках)

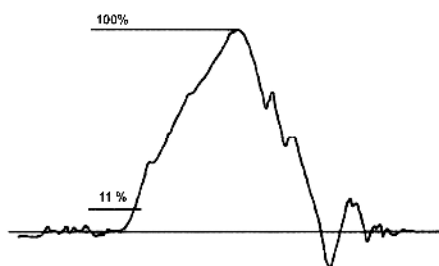
Установка угла начала подачи топлива (впрыска) влияет на шум сгорания, мощность двигателя, расход топлива и содержание вредных веществ в ОГ (отработавшие газы). Если подача топлива начинается слишком рано, двигатель работает жёстко, с сильным шумом сгорания, низким расходом топлива, но повышенным содержанием 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.

#### 4.5.1.1 Измерение угла впрыска при помощи стробоскопа

Для измерения угла впрыска при помощи стробоскопа выберите испытание **Угол впрыска** ⇒ **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 – открытию клапана распылителя форсунки и соответственно началу впрыска.

Проверить правильность срабатывания компаратора этого канала можно в пункте **Синхронизация** ⇒ **Проверка и настройка**. Регулировкой уровня срабатывания можно добиться максимально точного измерения момента начала впрыска (разные производители диагностического оборудования используют разные уровни, например Sun и Bosch – примерно 11%).

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

Стробоскоп работает только при питании АМД-4Д 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.

#### 4.5.1.2 Измерение угла впрыска при помощи датчика давления

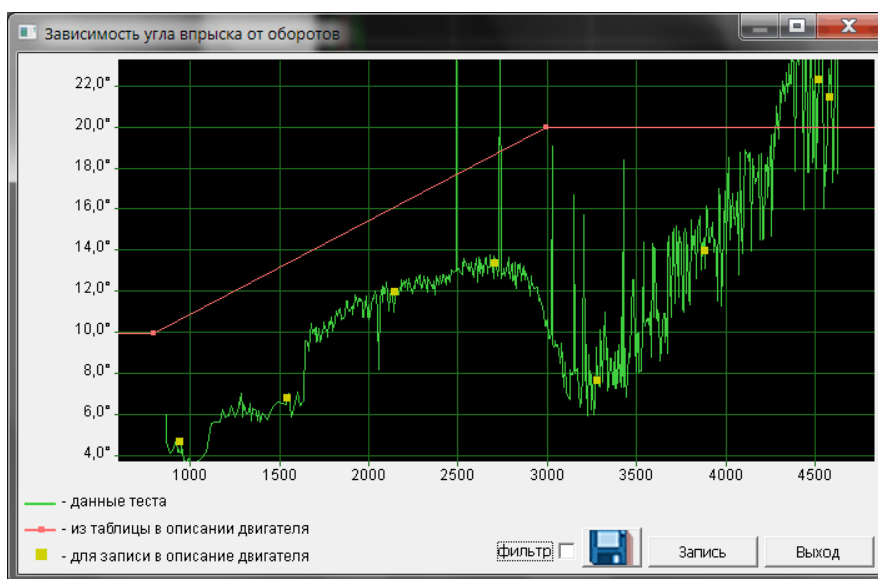
Датчик давления в цилиндре позволяет измерять угла впрыска без использования стробоскопа и датчиков ДПКВ/ДВМТ.

Для измерения УОЗ при помощи датчика давления выберите испытание **ЦПГ** ⇒ **Динамическая компрессия** (см. п. 4.3.2).

После запуска двигателя запустите тест, плавно повысьте обороты от холостых до максимальных. По окончании теста нажмите кнопку «УОВпр». На графике будут показаны обороты и угол впрыска на этих оборотах. Большие биения угла впрыска на больших оборотах говорят о сильном износе центробежного регулятора угла впрыска в ТНВД. Большие биения и на холостых оборотах могут появиться вследствие износа привода ТНВД.

Результаты измерения можно занести как образцовые в описание двигателя нажатием кнопки «Запись». Жёлтыми точками показаны значения, которые попадут в таблицу. Красные точки и линия – текущие значения из таблицы в описании двигателя.

Флажок «фильтр» включает усреднение измерений.



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. Поэтому полученный график зависимости угла от оборотов может меняться в зависимости от условий проведения испытания.

#### **4.5.1.3 Измерение УОЗ при помощи датчика ДПКВ/ДВМТ**

При наличии на двигателе датчика положения коленчатого вала или датчика ВМТ (или использования оптического датчика ОДК-2) 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**  $\Rightarrow$  **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.

#### 4.5.2 Наблюдение формы пульсации давления впрыска (только на плунжерных ТНВД и механических форсунках)

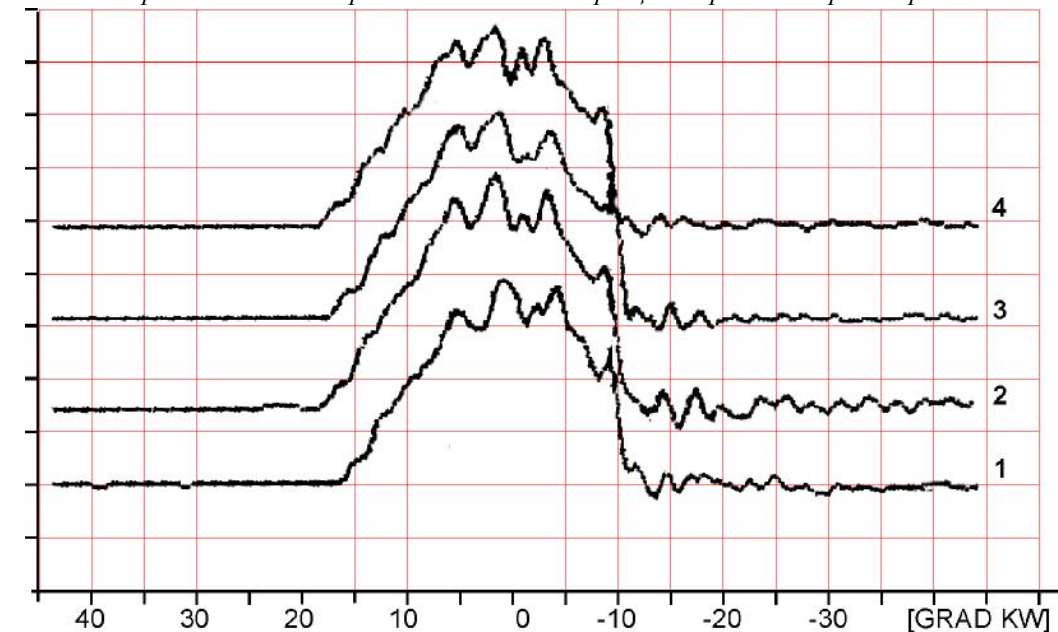
У дизельных двигателей с «классической» аппаратурой впрыскивания можно проверить конструктивные элементы контура высокого давления, анализируя кривую давления впрыскивания, что по аналогии с анализом электрического напряжения зажигания у бензиновых двигателей, помогает быстрее найти неисправность без 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. 4.5.1 показаны кривые давления впрыскивания для четырехцилиндрового вихрекамерного дизеля.

Рис.4.5.1. 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 см<sup>3</sup> 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. Волны давления движутся по топливопроводу со скоростью звука — 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. 4.5.1). 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. 4.5.1) 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. 4.5.1) выше давления закрытия (курсор 2, рис. 4.5.1). 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. 4.5.2) располагается выше нулевой линии, нулевая точка на которой находится в самой нижней части кривой давления после окончания впрыскивания (линия 2, рис. 4.5.2). В этом случае почти достигается давление насыщенных паров. Разница давлений между линиями 1 и 2 (рис. 4.5.2) указывает на наличие остаточного давления. На рис. 4.5.5 и 4.5.7 показано, что в четвертом цилиндре этой разницы давлений нет.

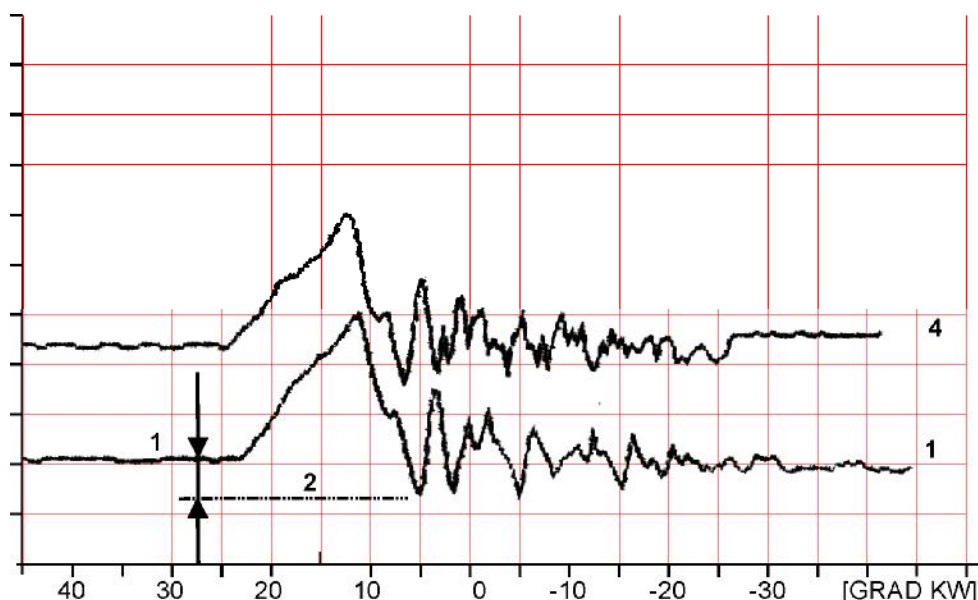


Рис.4.5.2. Определение остаточного давления: линия 1 – участок до повышения давления, линия 2 – нулевая точка.

### 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 как при обычной частоте, так и при удвоенной частоте вращения коленчатого вала в 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. 4.5.1);
- 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. 4.5.3, увеличивается на  $4^\circ$  угла поворота коленчатого вала. Остаточное давление снижается.

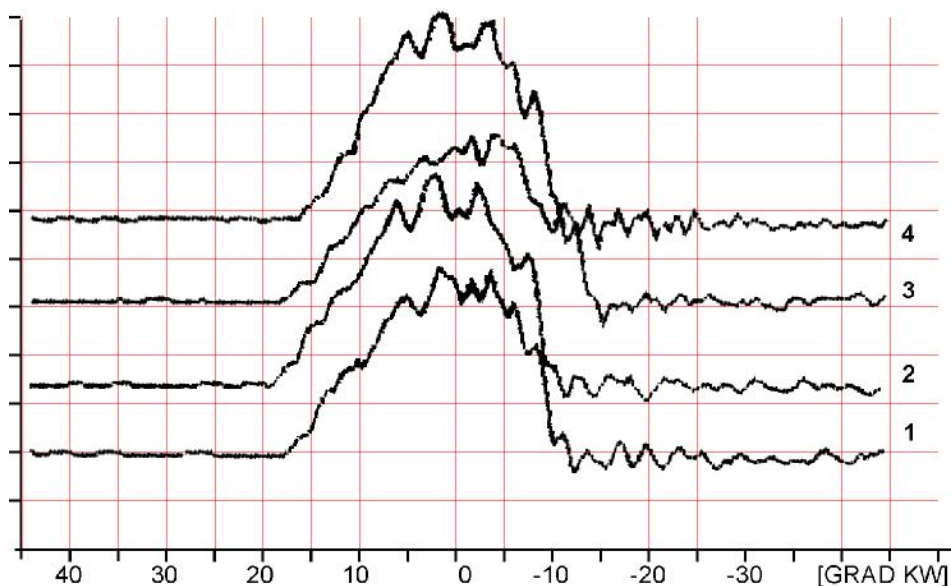


Рис.4.5.3 Снижение давления открытия форсунки со 130 до 100 бар в третьем цилиндре

Низкое давление приводит к ухудшению распыливания топлива в камере сгорания и повышению дымления (рис. 4.5.4). При более высокой частоте вращения коленчатого вала низкое остаточное давление характеризуется снижением интенсивности отраженных волн.

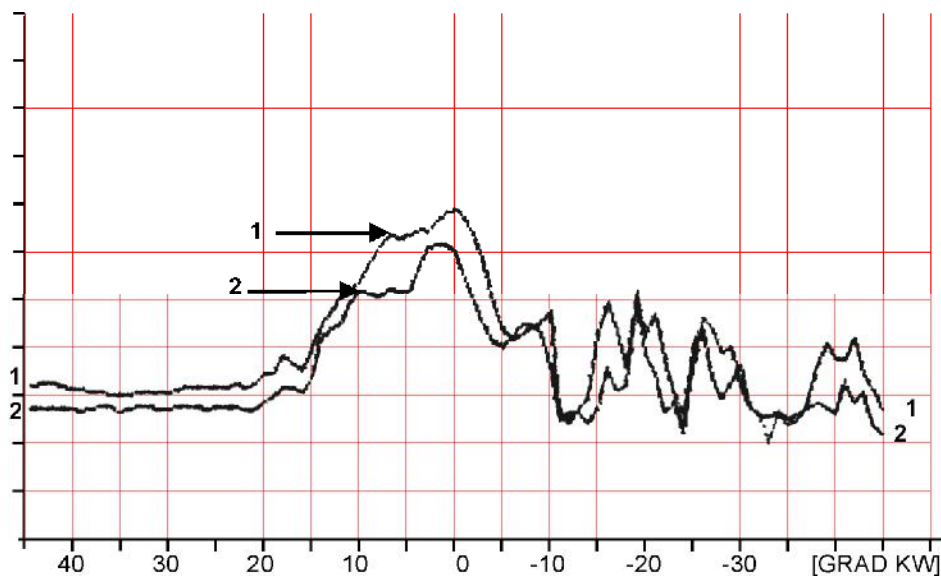


Рис.4.5.4 Низкое давление открытия форсунки во втором цилиндре (100 бар) при высокой частоте вращения коленвала по сравнению с давлением открытия в первом цилиндре (130 бар).

Низкое давление открытия форсунки не будет проявлять себя одинаково на различной аппаратуре впрыскивания, тем не менее «симптомы» остаются те же (рис. 4.5.5). Увеличенная продолжительность впрыскивания топлива и низкое остаточное давление в четвертом цилиндре на этом примере видны особенно отчетливо.

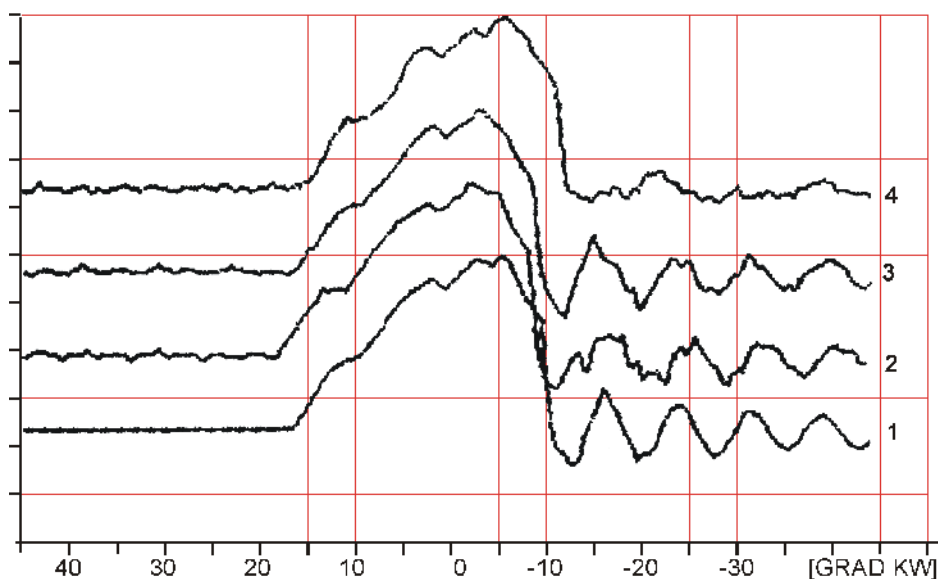


Рис.4.5.5 Низкое давление открытия форсунки в четвертом цилиндре (90 бар) вихрекамерного двигателя Mercedes по сравнению с установочным (115 бар).

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. 4.5.6) сокращается; провал давления после открытия форсунки едва заметен. Слишком высокое давление возникло из-за того, что механик установил в форсунку неправильную регулировочную шайбу.

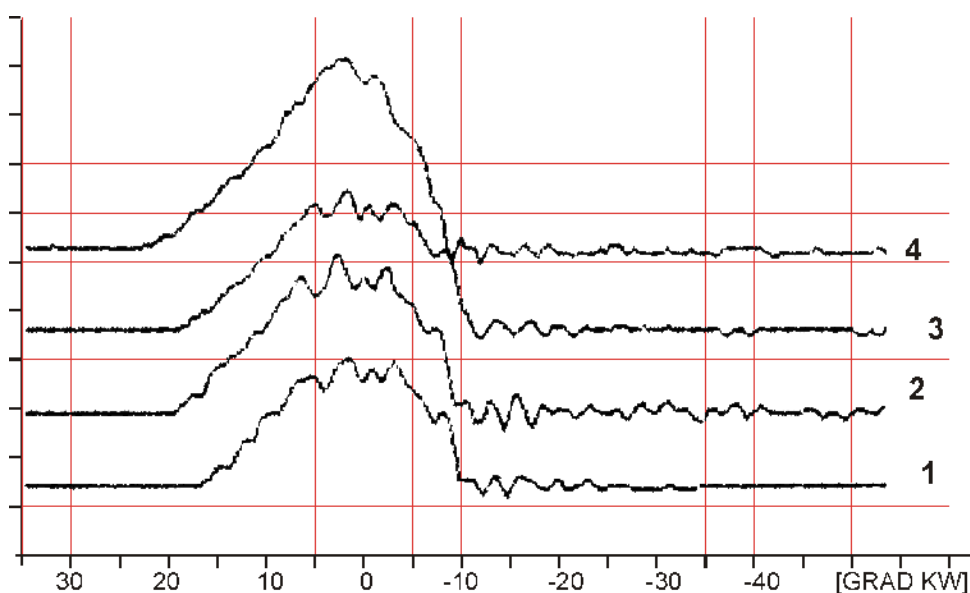


Рис.4.5.6 Высокое давление открытия в четвертом цилиндре (155 бар) по сравнению с установочным давлением (130 бар) в других цилиндрах.



Недостаточное уплотнение распылителя форсунки можно легко определить по слишком затянувшемуся повышению давления, короткому впрыскиванию топлива и отсутствию «запорного крюка» (рис. 4.5.7)

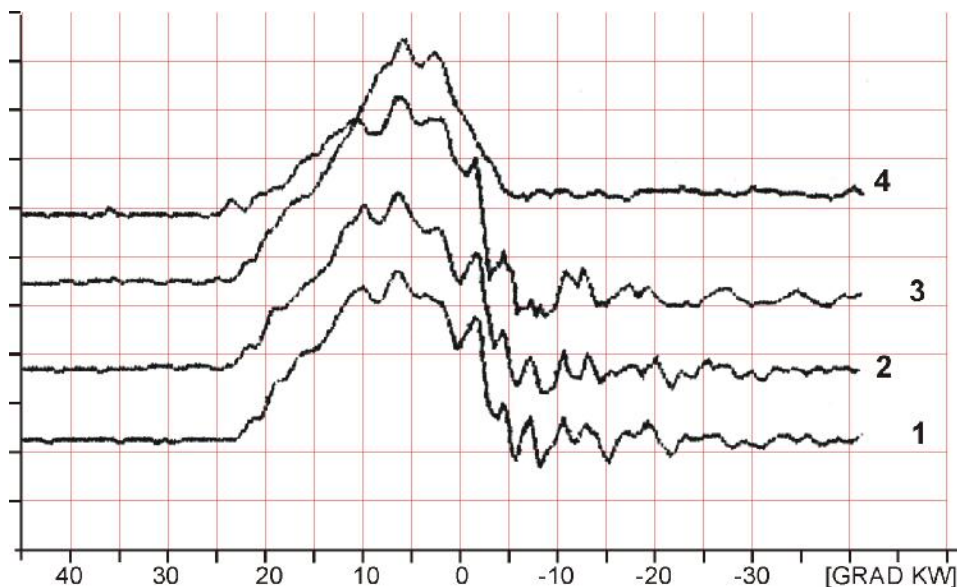


Рис.4.5.7 Недостаточное уплотнение распылителя в четвертом цилиндре.

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. 4.5.8). Зависшая игла распылителя нарушает весь процесс впрыскивания. Повышение и падение давления происходят крайне неинтенсивно. Начало и окончание впрыскивания точно не определяются.

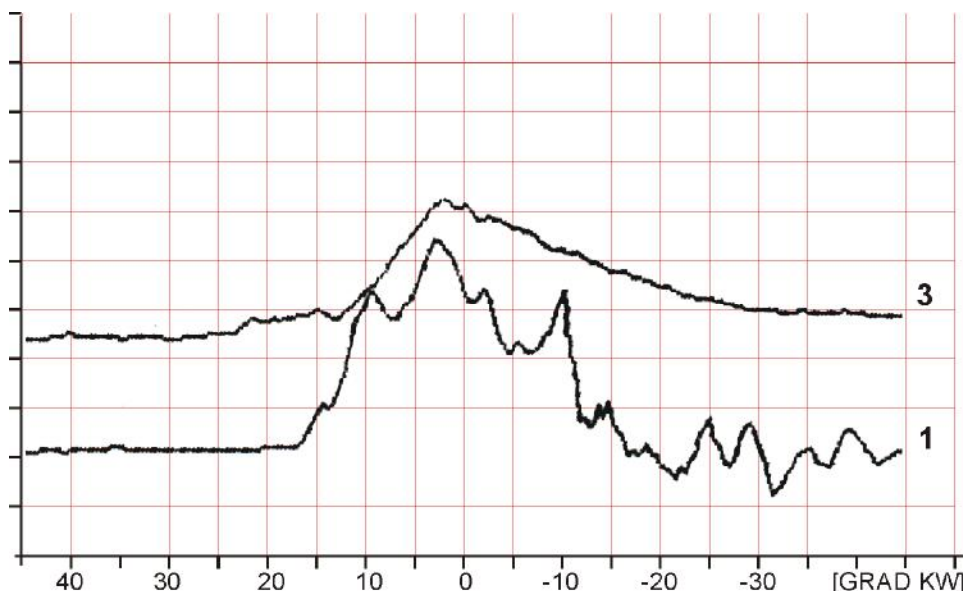


Рис.4.5.8 Зависание иглы распылителя в третьем цилиндре.

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. 4.5.9). 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. 4.5.10). 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.

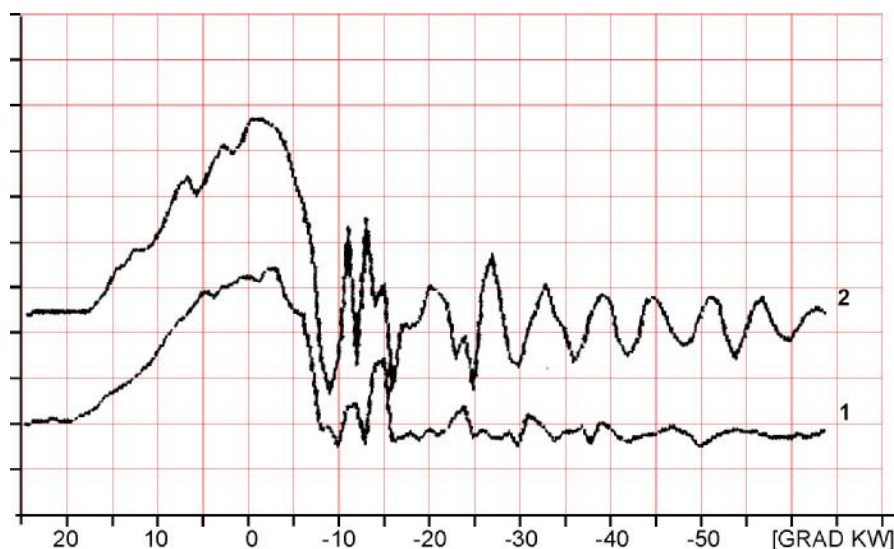


Рис.4.5.9 Во втором цилиндре – закоксованный распылитель.

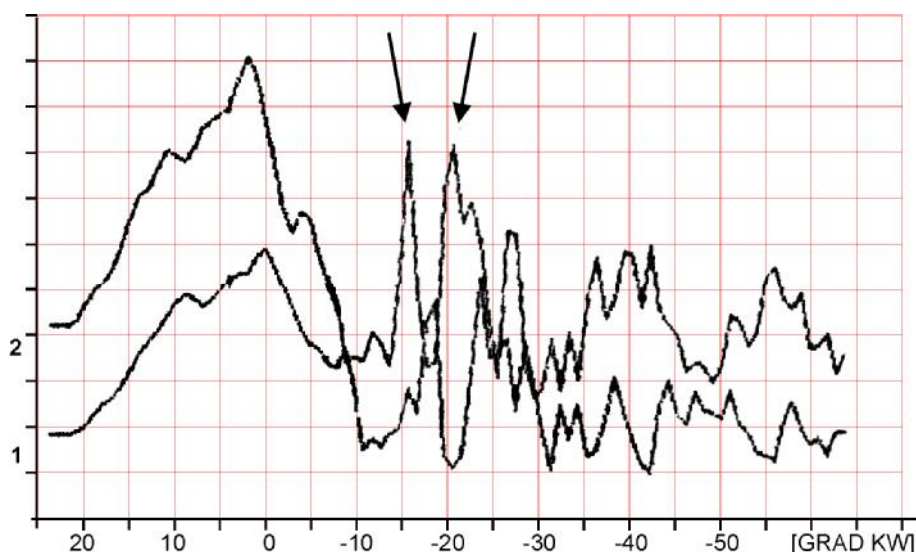


Рис.4.5.10 Во втором цилиндре – подвпрыски топлива при 15 и 20 градусах угла поворота коленвала после ВМТ (показаны стрелками) из-за закоксованности распылителя.

На рис. 4.5.11 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.

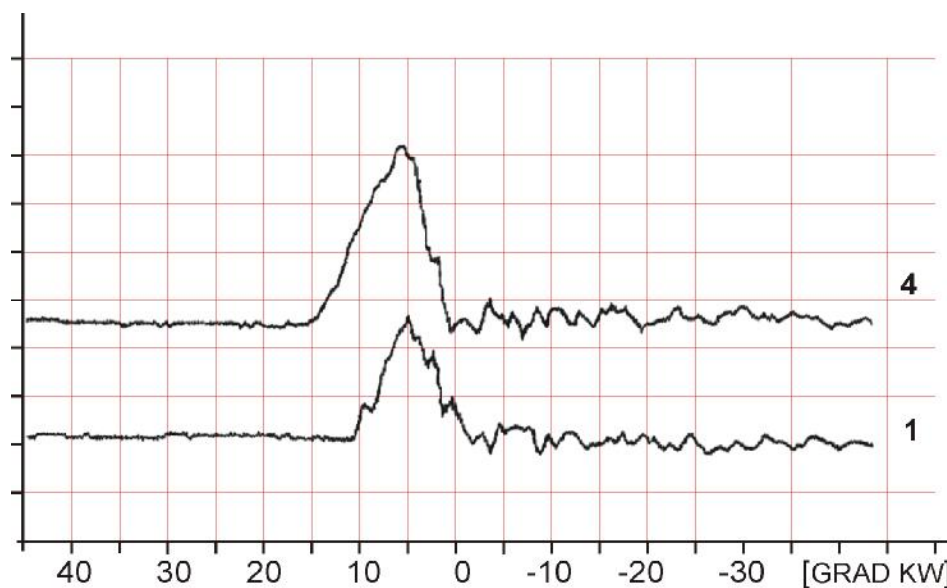


Рис 4.5.11. В четвёртом цилиндре два из пяти отверстий в безштифтовом распылителе закоксованы (Audi 2,5 TDI)

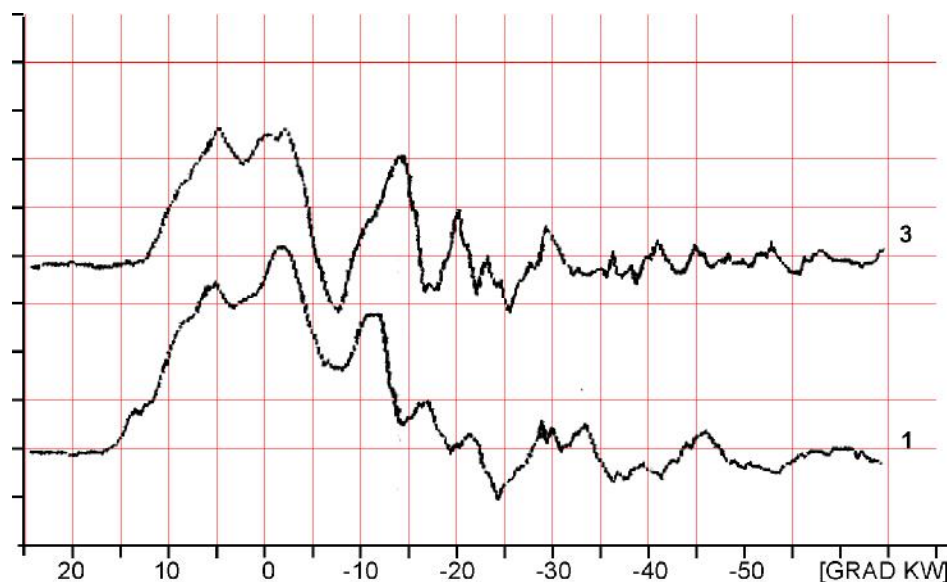


Рис 4.5.12 Подвпрыски топлива в третьем цилиндре при 14 град угла поворота коленвала после ВМТ из-за изношенного нагнетательного клапана.

Изношенный нагнетательный клапан снижением разгрузки повышает остаточное давление (на рис. 4.5.12 — 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. 4.5.13). По-видимому, кажущееся более высоким максимальное давление впрыскивания вводит в заблуждение, потому что в этом случае увеличивается перепад между остаточным и максимальным давлениями.

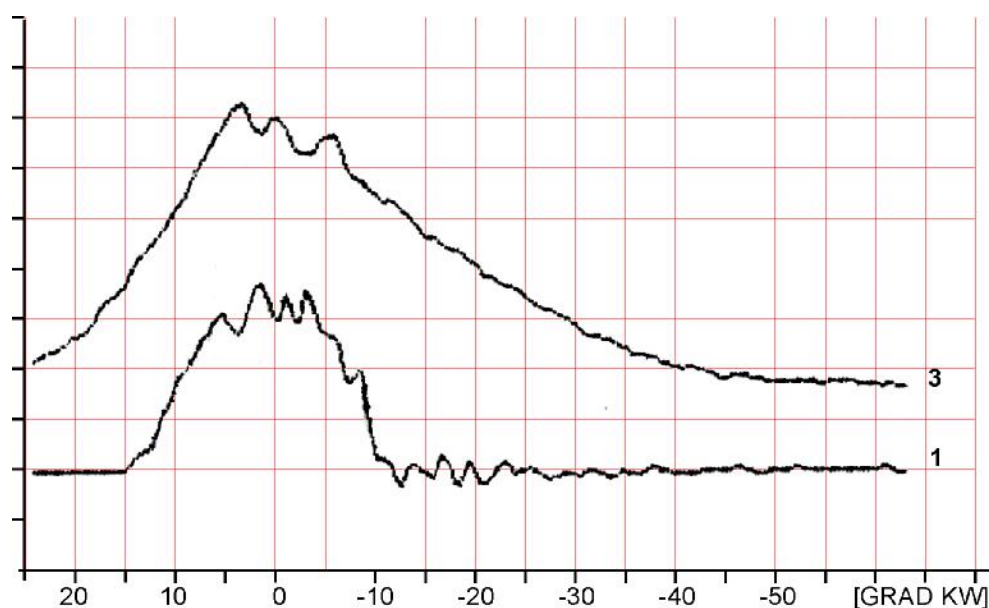


Рис. 4.5.13. Нагнетательный клапан в топливной аппаратуре третьего цилиндра подтекает, остаточное давление равно нулю

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.

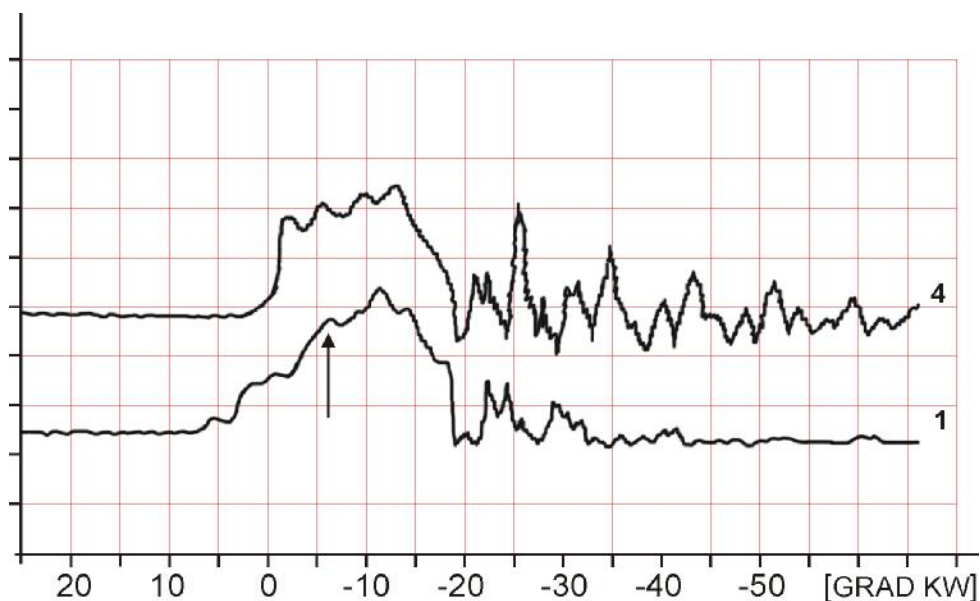


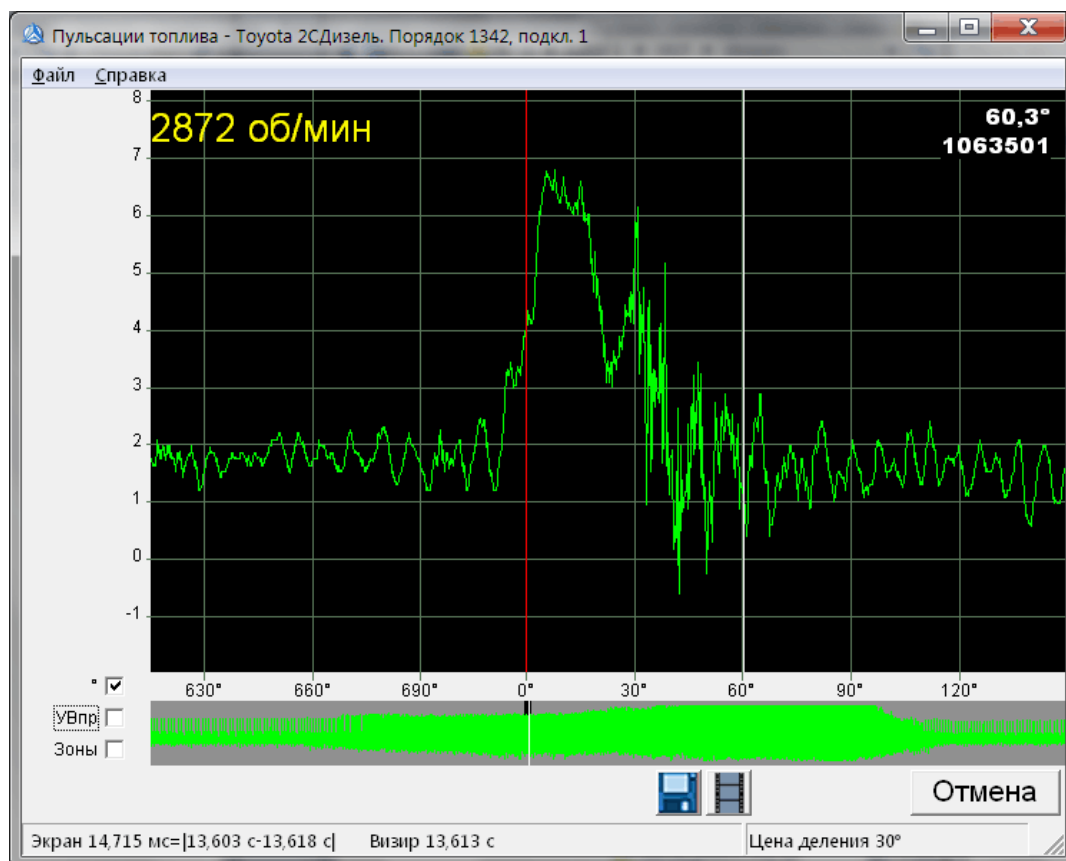
Рис 4.5.14. Изношенные детали насоса в топливной аппаратуре первого цилиндра. Стрелкой указана задержка начала впрыскивания топлива в первом цилиндре

Таблица 4.5.1 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 4.5.1. Поиск неисправностей по анализу высокого давления впрыскивания.

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

Пульсации измеряются при помощи датчиков ПД-4/ПД-6, устанавливаемых на исследуемую топливную трубку. Так как к модулю АД-4Д 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). Затем при формировании отчёта можно выбрать записи графиков разных цилиндров и свести их вместе для большей наглядности.



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.

## 4.6 Диагностика датчиков

### Датчик педали подачи топлива (акселератора)

Датчик чаще всего представляет собой потенциометр (часто сдвоенный - для повышения надёжности), выходное напряжение которого изменяется при непосредственном воздействии водителя на педаль. При проверке проводящей дорожки потенциометра она подвергается испытанию на шум (искажения электрического сигнала).

Просмотреть сигнал датчика можно в режиме самописца, подключив его выход (через подходящий ответвитель или с помощью щупа-иглы) к входу **Vx1(IN1)**.

При медленном нажатии на педаль напряжение должно увеличиваться без скачков до максимальной величины. Уже при небольших скачках напряжения датчик должен быть заменён.

### Датчик давления во впускном коллекторе

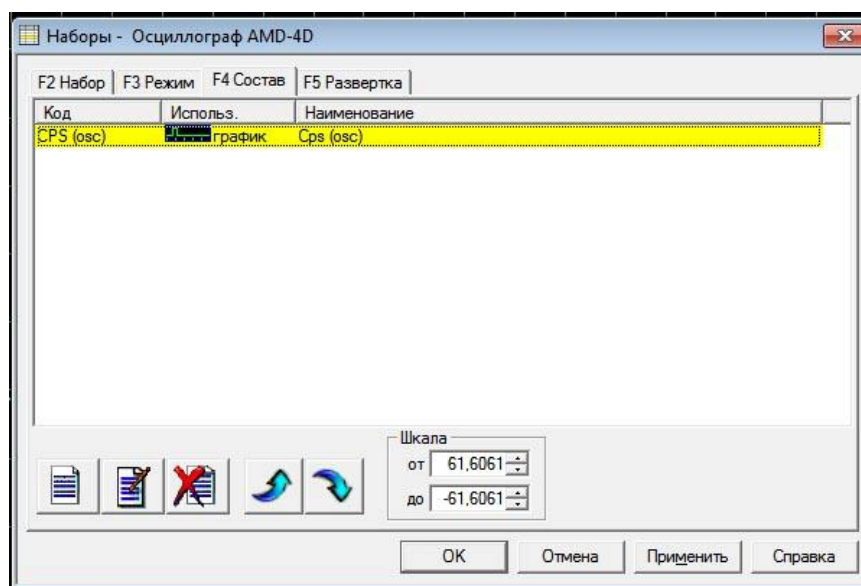
Датчик проверяется с помощью вакуумного ручного насоса. Просмотреть сигнал датчика можно в режиме самописца, подключив его выход (через подходящий ответвитель или с помощью щупа-иглы) к входу **Vx1(IN1)**. При повышении давления напряжение также должно увеличиваться, при увеличении разрежения – падать. Если сигнал отсутствует или не изменяется, следует проверить напряжение питания датчика (как правило – 5В). Если питание в порядке, то датчик неисправен.

### Датчик положения коленчатого и распределительного валов

В аккумуляторных системах впрыска для точной установки момента начала впрыскивания топлива блок управления должен определять положение как коленчатого, так и распределительно валов, т.к. форсунки должны управляться раздельно. В качестве датчика коленчатого вала используется, как правило, индуктивный датчик.

Подключение см. п.2.1. Вход синхронизации «ДПКВ/ДВМТ (CPS/DPS)».

Просмотреть выходной сигнал датчика можно в режиме осциллографа, выбрав вход «ДПКВ» (предварительно проверьте настройки этого входа в описании двигателя). Просмотреть сигнал датчика в аналоговом виде в АМД-4Д можно только на несимметричном входе, выбрав в осциллографе в редактировании набора канал CPS(osc).



При слабом сигнале проверяется сопротивление датчика и его положение относительно колеса на маховике. Слишком большой зазор вызывает трудности при запуске. Зазор обычно составляет 1-1.5 мм.

В качестве датчика распределительно вала (ДПРВ) чаще всего используется датчик Холла. Просмотреть сигнал датчика можно в режиме осциллографа, подключив его выход (через подходящий ответвитель или с помощью щупа-иглы) к входу **Vx1(IN1)**. Сигнал должен быть

прямоугольный, амплитудой, как правило, 5В. При отсутствии сигнала этого датчика двигатель не запускается, хотя если сигнал пропадёт при заведённом двигателе – он продолжает работать.

Важно также правильное положение сигналов датчиков ДПКВ и ДПРВ друг относительно друга.

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



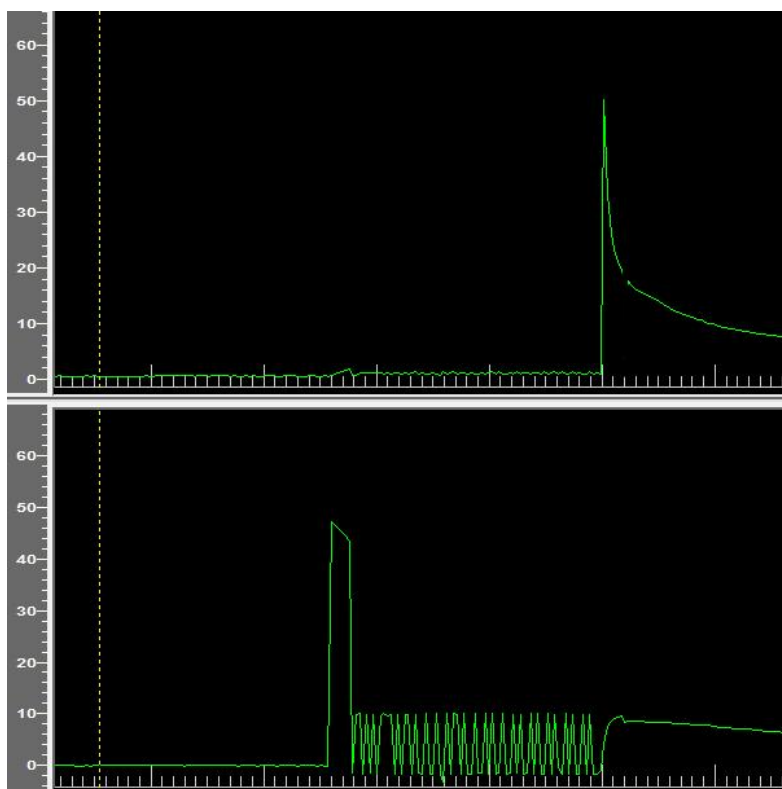
## 4.7 Диагностика исполнительных механизмов

### Диагностика форсунок

В аккумуляторных системах впрыска используются электромагнитные форсунки. Форсунка управляется электрогидравлическим способом с применением встроенного в неё электромагнитного клапана. Электрическая проверка форсунок проводится путём замера сопротивления, силы тока или напряжения. Сопротивление катушки электромагнитного клапана форсунки различаются в зависимости от системы, и составляет обычно около 0,3 ом для 12-вольтового питания.

Самым быстрым и результативным способом испытания является просмотр осциллограмм силы тока в форсунке с помощью токоизмерительных клещей (КТ-6А и их модификаций) или напряжения на выводах форсунки.

В системах Common Rail фирмы Bosch форсунки, как правило, соединены в матрицу, поэтому напряжение надо наблюдать на обоих выводах форсунки. В рабочем цикле один из выводов коммутируется на «землю», рабочее напряжение прикладывается ко второму выводу.



Напряжение на выводах одной форсунки.

В начальной стадии процесса возникает сила тока с пиковым значением 19-20А (напряжение порядка 50-70В), которая должна обеспечить быстрое открытие клапана. Большое значение тока достигается благодаря разрядке конденсатора, который заряжается между процессами впрыскивания топлива до напряжения около 70В. Через 0,4 мс якорь электромагнитного клапана доходит до упора, что регистрируется коротким уменьшением силы тока. Затем сила тока с помощью ШИМ-модуляции устанавливается на уровне тока удержания 10-12А.

В системах фирмы Delphi используются, как правило, низковольтные форсунки, они открываются напряжением 12В, но форма тока остаётся примерно такой же.

Для наблюдения и измерения сигналов на выводах управления форсунками можно подключить к ним входа **Bx2(IN2)...****Bx5(IN5)**.

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

#### 4.8 Вибродиагностика

Так как двигатель внутреннего сгорания (ДВС) является механизмом циклического действия, все процессы в нем жестко привязаны к углу поворота коленчатого вала (КВ). Для четырехтактного двигателя полный цикл проходит за два оборота КВ.

Выделим основные:

- Углы начала и окончания впрыска топлива (для дизеля),
- Углы момента зажигания (для бензинового двигателя),
- Углы открытия и закрытия впускных и выпускных клапанов.

Работа всех агрегатов двигателя сопровождается шумом и вибрацией.

Используя вибродатчик ВД-2 из комплекта АМД-4Д, можно провести диагностику состояния ДВС.

Ниже приведены диаграммы работы двигателей (справочно).

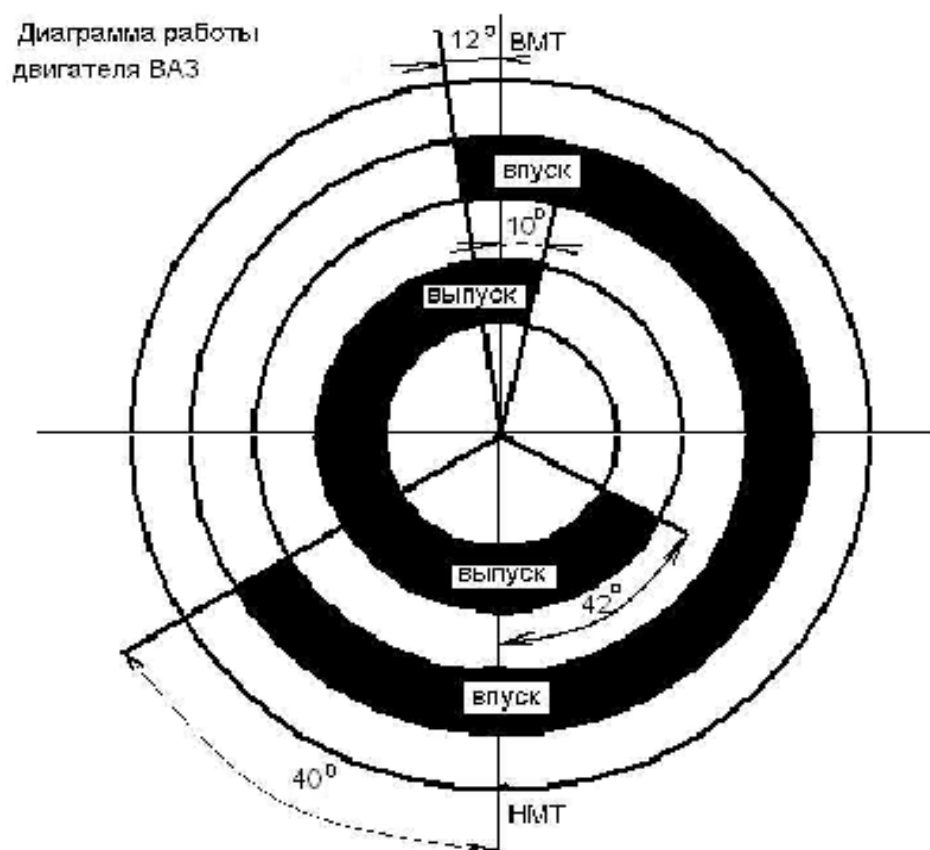


Диаграмма работы  
дизеля КАМАЗ

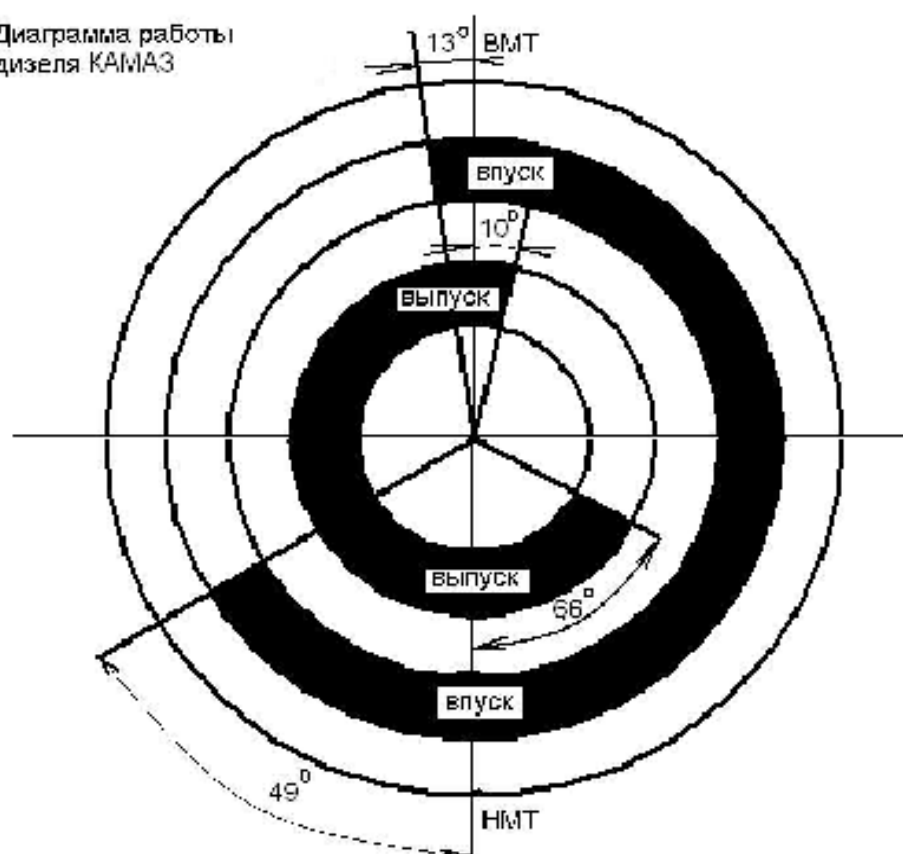
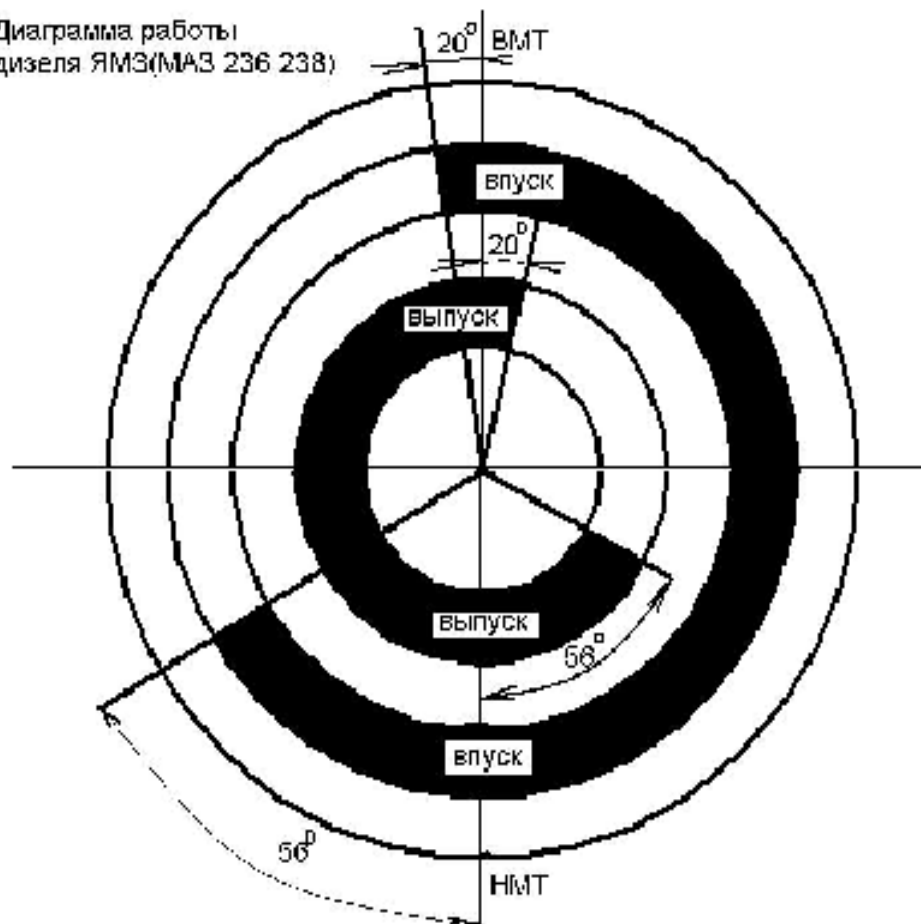
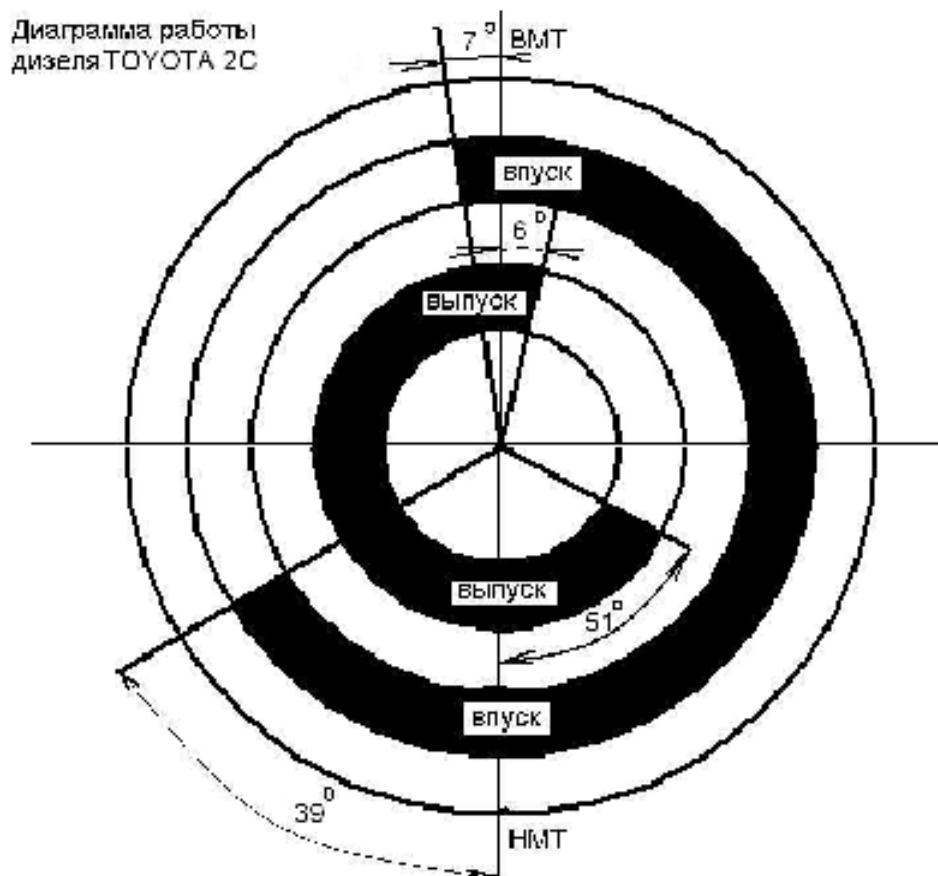


Диаграмма работы  
дизеля ЯМЗ(МАЗ 236 238)





Для других типов двигателей нужно использовать диаграммы из описания и тех. литературы.

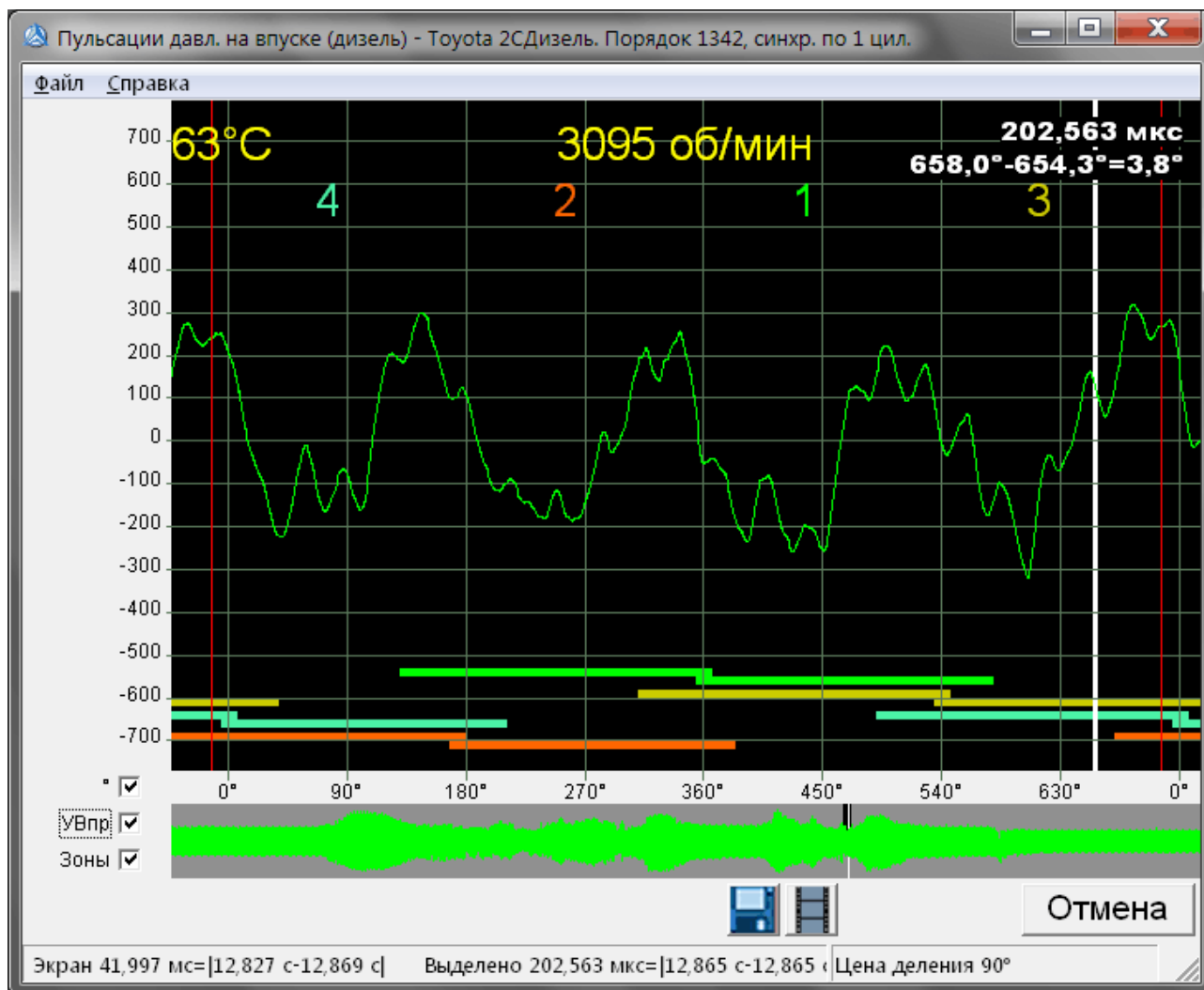
Для примера рассмотрим вибродиагностику клапанов дизеля TOYOTA 2С.

Для синхронизации используем пьезодатчик ПД-4 или ПД-6 с усилителем заряда УЗ-П (для дизеля), либо клещи синхронизации КСИ-4 (для бензинового ДВС). При наличии встроенного датчика синхронизации – используем его и комплект кабелей-переходников.

Диагностика проводится на оборотах холостого хода.

Для проведения работ необходимо:

- Установить пьезодатчик (ПД-4/6) на трубопровод высокого давления 1-го цилиндра и подсоединить его к измерительному кабелю.
- Запустить двигатель и дать ему прогреться до рабочей температуры.
- Проверить правильность таблицы углов впрыска для выбранного двигателя (в описании двигателя). Если таблица не заполнена, то в испытании «Угол впрыска ⇒ По стробоскопу» произвести измерение угла впрыска топлива. Записать полученное значение (в данном примере – 13град).
- Выбрать испытание «ЦПГ ⇒ Вибрация».
- Установить вибродатчик на крышку блока в районе 1-го цилиндра.



- Записать фильм.
- В меню «Записи» открыть записанный фильм. Включить угловую развёртку, коррекцию по углу впрыска («УВпр») и зоны клапанов («Зоны»). Управление аналогично испытанию «ЦПГ» ⇒ Динамическая компрессия
- Из диаграммы работы дизеля TOYOTA видно, что выпускной клапан должен открыться на 139град. после ВМТ (51град. до НМТ). Проводим измерения реального промежутка времени между ВМТ и всплеском на виброграмме от открытия выпускного клапана. Временная задержка открытия клапана 12градусов. При пересчете в зазор между кулачком тарелкой толкателя, получим около 0.7мм. (Мы имитировали 0.5 мм)

Из полученных вычислений видно, что с помощью вибродиагностики с достаточной точностью можно оценить состояние механизма газораспределения ДВС.

Из виброграммы работы дизеля видно, что наличие зазоров в клапанах приводит к значительному увеличению уровня вибраций, что тоже является диагностическим признаком наличия дефекта (двигатель «стучит»). Причем уровень вибросигнала при закрытии выпускного клапана примерно в 1.5 раза превышает уровень от открытия. Однако в районе 7 град до и после ВМТ происходят процессы открытия-закрытия клапанов и на эти процессы дополнительно накладываются вибрации от перекадки поршня, от взрыва в камере сгорания и т.д. Поэтому выбрана зона начала открытия клапана.

Дополнительно по виброграмме работы ДВС и агрегатов автомобиля можно оценить:

- состояние цилиндропоршневой группы,
- состояние топливной системы (насос, форсунка)
- наличие износа вкладышей КВ,
- состояние подшипниковых узлов двигателя и коробки передач,
- состояние зубчатых передач автомобиля,

- наличие дисбаланса карданной передачи,
- выявить и локализовать источники «посторонних» шумов и т.д.

По вопросам технической поддержки, с замечаниями и предложениями обращайтесь по электронному адресу [wld@nts.hippo.ru](mailto:wld@nts.hippo.ru).



**Адрес изготовителя:**

Россия, 443070, Самара, ул. Партизанская, 150,  
НПП «НТС»,  
Тел/факс: (846) 269-50-20 (многоканальный)  
E-mail: [market@nts.hippo.ru](mailto:market@nts.hippo.ru)  
Internet: [www.nppnts.ru](http://www.nppnts.ru)

Предприятие-изготовитель ООО «НПП «НТС» оставляет за собой право изменять внешний вид, конструкцию, программное обеспечение своих изделий, прекращать поддержку, снимать с производства свою продукцию без дополнительного уведомления пользователей.

