

УДК 629.331(075)

ДИАГНОСТИКА СОВРЕМЕННЫХ БЕНЗИНОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**Д.В. ЗАКРЕВСКИЙ, Н.Я. ЗУБОВИЧ**
(Представлено: В.В. КОСТРИЦКИЙ)

Представлен наиболее оптимальный порядок проведения диагностики современных бензиновых двигателей, рассмотрено оборудование и основные неисправности, а также осциллограммы исправного и неисправного двигателя.

подавляющее большинство современных автомобилей оснащено бензиновым двигателем внутреннего сгорания. Благодаря новейшим разработкам автомобилестроителей, двигатель может прослужить своему хозяину верой и правдой на протяжении не одного десятилетия при условии правильной эксплуатации и своевременной диагностики.

Преимущества своевременной диагностики двигателя:

- Значительная экономия материальных средств. Диагностика современных бензиновых двигателей позволяет вовремя обнаружить небольшие неисправности и устранить их, дабы избежать в дальнейшем серьезной поломки, устранение которой будет стоить значительно дороже или привести к полному выходу из строя двигателя.
- Гарантия безопасности на дорогах. Неисправность двигателя (в особенности, электронных систем) может привести к непредсказуемому поведению автомобиля при движении или к невозможности тронуться после остановки.

В данной работе мы рассмотрели наиболее эффективные методы диагностирования двигателя при помощи современных средств и выбрали наиболее оптимальный порядок проведения диагностики.

Порядок проведения диагностики таков:

- проверка механики двигателя;
- проверка системы зажигания;
- диагностика с помощью системного сканера и осциллографа.

Первый этап. Диагност в первую очередь должен уметь различать неисправности механики двигателя и неисправности системы управления двигателем. Оценив состояние механики двигателя, можно принять решение о целесообразности диагностики и ремонта системы управления двигателем. Оценка состояния механики двигателя производится по графику разрежения во впускном коллекторе на режиме прокрутки двигателя стартером. Для проведения теста, датчик разрежения Dх должен быть подсоединён к впускному коллектору двигателя диагностируемого автомобиля. Пуск двигателя необходимо заблокировать путём отключения зажигания либо подачи топлива. Датчик разрежения подключается к USB Autoscore и его сигнал записывается в течение 5-6 секунд в режиме прокрутки двигателя стартером.

По полученному графику можно выявить неправильное взаимное положение коленчатого и распределительных валов, закоксованные впускные клапана, забитый катализатор, оценить равномерность открытия впускных клапанов, состояние цилиндропоршневой группы. Если двигатель исправен, то полученный график по форме близок к синусоиде без заметных поцилиндрических различий по форме и амплитуде (рис. 1).

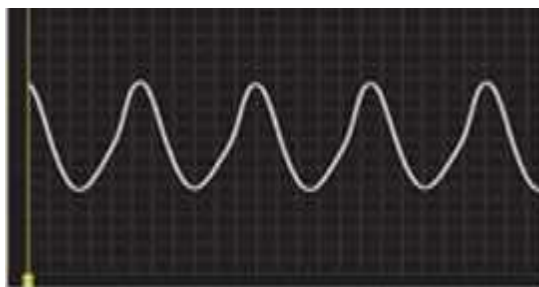


Рисунок 1. – График исправного двигателя

В случае неправильного взаимного положения коленчатого и газораспределительного валов, график разрежения во впускном коллекторе принимает "пилообразную" форму (рис. 2).

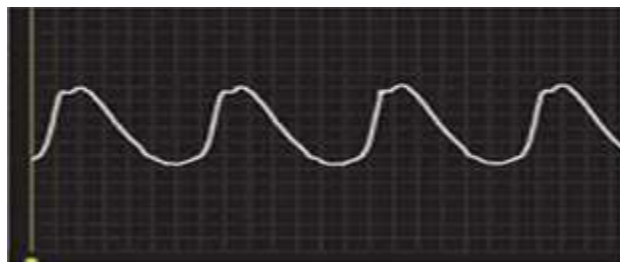


Рисунок 2. – График разрежения во впускном коллекторе при неправильном взаимном положении коленчатого и газораспределительного валов

По направлению наклона "пилы" можно выявить, распределвал смещён в сторону опоздания или опережения. Например, если разрежение, создаваемое отдельно взятым цилиндром, возрастает медленно, а падает быстро, то это указывает на опережение открытия и закрытия впускных клапанов.

"Зашумленный" график разрежения во впускном коллекторе на режиме прокрутки стартером указывает на значительный нагар на тарелках впускных клапанов (рис. 3).

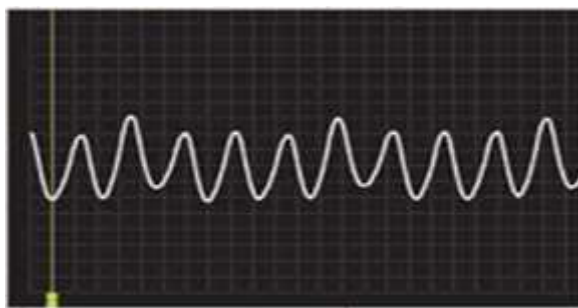


Рисунок 3. – Значительный нагар на тарелках впускных

Периодично повторяющиеся поцилиндровые различия по форме и/или амплитуде указывают на неодинаковое количество всасываемой топливовоздушной смеси для разных цилиндров, вызванное неисправностями механики двигателя.

Таким образом, диагност за очень короткое время может оценить состояние механики двигателя и принять решение, проводить диагностику системы управления двигателем или прежде более глубоко продиагностировать механику двигателя и устранить выявленные неисправности.

В случае необходимости, можно оценить состояние компрессионных колец и рабочих поверхностей цилиндров по уровню прорыва газов в картер двигателя. Уровень прорыва газов через сопряжения "кольца цилиндр" можно оценить и поцилиндрово сравнить по графику пульсаций давления в картере двигателя. График пульсаций давления в картере работающего двигателя можно получить с помощью датчика разрежения Dх. Для этого датчик необходимо подсоединить к колодцу масляного шупа, предварительно вынув шуп уровня масла, и подключить датчик к USB Autoscope. После пуска двигателя диагност увидит на мониторе компьютера график пульсаций давления в картере двигателя (рис. 4).

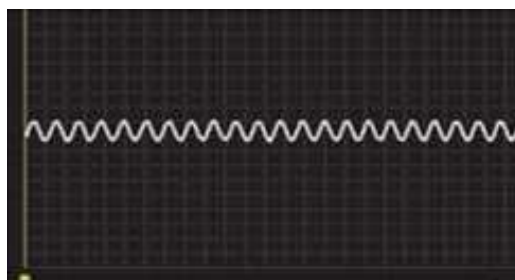


Рисунок 4. – График пульсаций давления в картере двигателя

По полученному графику можно выявить увеличенный прорыв газов в картер по циклично повторяющемуся увеличенному уровню прорыва газов в картер двигателя (рис. 5).

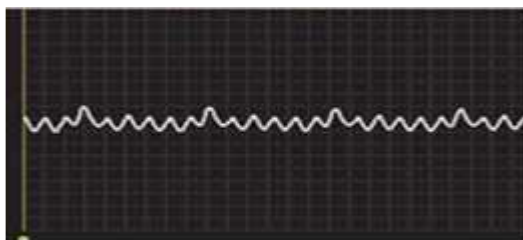


Рисунок 5. – График увеличенного уровня прорыва газов в картер двигателя

Увеличенный прорыв газов в картер может быть вызван неплотным прилеганием компрессионных колец к зеркалу цилиндра из-за их износа или поломки. Непостоянные неисправности механики двигателя, например, подвисяющий клапан, неплотно закрывающийся клапан, проявляются как потраивание двигателя. Выявить их можно по неравномерным пульсациям отработавших газов. Для получения графика пульсаций отработавших газов, датчик Dх должен быть установлен в выхлопную трубу диагностируемого автомобиля и подключен к USB Autoscope. Теперь необходимо запустить двигатель. После пуска двигателя на мониторе компьютера диагност сможет просмотреть график пульсаций отработавших газов. В случае, если все цилиндры двигателя работают нормально и без перебоев, то пульсации на полученном графике имеют также равномерный характер (рис. 6).

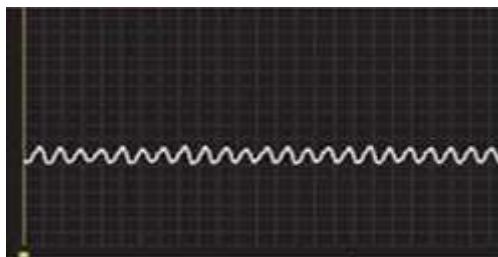


Рисунок 6. – График пульсаций отработавших газов исправного двигателя

"Потраивание", а также "троение" одного из цилиндров выявляется на графике пульсаций отработавших газов по отклонению формы и амплитуды пульсаций работающего с перебоями цилиндра (рис. 7).



Рисунок 7. – График пульсаций отработавших газов двигателя, работающего с перебоями

Оценив состояние механики двигателя и убедившись в нормальном её состоянии, диагност может с уверенностью проводить диагностику и ремонт системы управления двигателем. Но практика показала, что около 60% двигателей, поступивших "на диагностику инжектора", имеют значительные неисправности в механической части двигателя. Такие автомобили в первую очередь требуют диагностики и ремонта/регулировок механической части двигателя. Если это упустить, как зачастую и происходит, то диагностика и ремонт системы управления двигателем оказываются неэффективными.

Второй этап. Диагностика системы управления бензинового двигателя всегда должна начинаться с проверки исправности системы зажигания. Диагностика систем зажигания проводится с помощью мотортестера.

Мотортестер, по сути, является осциллографом, специально адаптированным для диагностики автомобильной электроники, и в первую очередь высоковольтных цепей систем зажигания.

Для подключения к высоковольтным цепям систем зажигания, мотортестеры оснащаются высоковольтными датчиками различных типов и снабжены специальным режимом отображения осциллограм-

мы высокого напряжения систем зажигания – "парад цилиндров". В этом режиме в реальном времени отображаются параметры импульсов зажигания, такие, как пробивное напряжение, время и напряжение горения искры (для каждого цилиндра индивидуально).

Любая неисправность в системе зажигания, как в первичной, так и во вторичной цепи, определённым образом влияет на форму и параметры импульсов высокого напряжения во вторичной цепи системы зажигания. По отклонениям формы/параметров высоковольтных импульсов можно выявить неисправность. Например, если изолятор свечи зажигания загрязнён или "засвинцован", то высокое напряжение стекает по загрязнённому изолятору свечи на "массу" и разряд между электродами свечи не происходит, что приводит к пропускам зажигания (рис. 8).

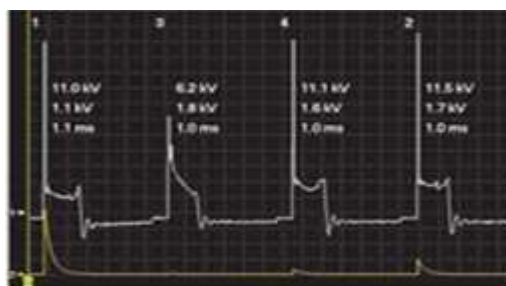


Рисунок 8. – График двигателя с загрязнённым изолятором свечи

Стеkanie высокого напряжения на "массу" может быть выявлено по заниженному пробивному напряжению и характерному изменению формы импульса высокого напряжения, отображаемому с помощью мотортестера.

В системах зажигания с силиконовыми высоковольтными проводами часто возникает обрыв высоковольтного провода из-за выгорания токопроводящего сердечника (рис. 9).



Рисунок 9. – График двигателя с оборванным высоковольтным проводом

Искровой разряд в таком случае может иметь очень короткое время горения либо вообще отсутствовать в зависимости от длины выгоревшего участка и режима работы двигателя.

Таким образом, по отображаемым мотортестером осциллограммам напряжений в высоковольтных цепях, диагност может выявить неисправности системы зажигания.

Практически в 30–40% продиагностированных систем зажигания выявляются неисправности.

Третий этап. Диагностика системы управления двигателем через диагностический разъём с помощью системного сканера.

В блоки управления двигателем современных автомобилей встроена функция самодиагностики, позволяющая выявлять неисправности датчиков, электропроводки и самого блока. Системный сканер считывает через диагностический разъём из памяти блока управления коды, выявленных системой самодиагностики неисправностей. Проведение диагностики с помощью системного сканера целесообразно в случае, если на панели приборов диагностируемого автомобиля загорелась сигнальная лампа "CHECK ENGINE". Система самодиагностики достоверно выявляет обрывы и короткие замыкания в проводке датчиков и исполнительных механизмов. Отклонения же параметров компонентов системы управления двигателем, система самодиагностики в большинстве случаев выявить не способна. Для подобных ситуаций, блоки управления также оснащаются функциями, позволяющими передавать фактические параметры (параметры, измеряемые датчиками и рассчитываемые блоком управления) через сканер для отображения на ПК. Данная функция позволяет диагносту получить дополнительную информацию для выявления истинной неисправности. Но так как дискретность передаваемых через сканер данных

очень низка, функция передачи фактических величин пригодна для проверки параметров лишь на установившихся режимах работы двигателя и медленно изменяющихся параметров.

В случае, если диагностика системы управления двигателем с помощью системного сканера выявила неисправность какого-либо датчика или исполнительного механизма, её обязательно нужно перепроверить дополнительными измерениями. С помощью осциллографа диагност должен просмотреть осциллограммы входных и выходных электрических сигналов датчиков и исполнительных механизмов, и только после этого можно делать какие-либо выводы. Дополнительная перепроверка считанных с помощью системного сканера ошибок необходима из-за того, что очень часто система самодиагностики сохраняет ложный код неисправности. Например, в случае, если в систему выпуска отработавших газов подмешивается воздух перед местом установки лямбдазонда, то диагност с помощью сканера вероятно считает такую ошибку. Дополнительный воздух в систему выпуска отработавших газов зачастую попадает через прогоревшие уплотнительные прокладки или трещины выпускного коллектора. Из-за негерметичности, состав газов в выпускной системе изменяется, и лямбдазонд регистрирует повышенное содержание кислорода в отработавших газах. Система управления двигателем на это реагирует обогащением топливовоздушной смеси, но лямбдазонд по-прежнему регистрирует высокий уровень содержания кислорода. В результате в память неисправностей записывается ошибка работы лямбдазонда. Подобная ошибка может быть записана в память неисправностей системы самодиагностики по причине загрязнения датчика массового расхода воздуха. Загрязнение расходомера воздуха происходит в основном из-за несвоевременной замены воздушного фильтра.

Из-за загрязнения, выходной сигнала датчика перестаёт соответствовать количеству протекающего воздуха, кроме того значительно повышается его инерционность. Вследствие этого блок управления уже неправильно рассчитывает необходимое количество топлива, что приводит к обеднению топливовоздушной смеси, особенно на переходных режимах. Лямбдазонд при этом фиксирует повышенный уровень содержания кислорода в отработанных газах, но система самодиагностики заносит в память неисправностей код ошибки именно лямбдазонда, а не датчика расхода воздуха. Проверить исправность датчика массового расхода воздуха можно на режиме резкой перегазовки по осциллограмме напряжения его выходного сигнала (рис. 10).

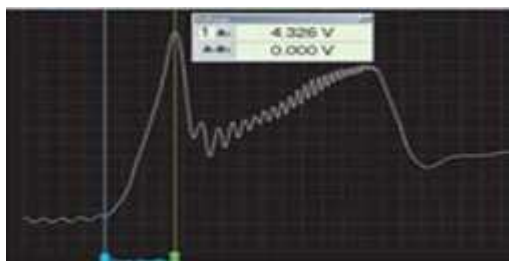


Рисунок 10. – График исправного датчика массового расхода воздуха

Осциллограмму напряжения выходного сигнала датчика необходимо записать, характерные её участки измерить. Иногда случается, что система самодиагностики не способна выявить присутствующую неисправность. Например, в памяти блока управления "судорожно дёргающегося" двигателя автомобиля Nissan Maxima никаких кодов неисправностей сохранено не было, все фактически параметры, отображаемые через сканер, также были в норме. Но при этом с помощью осциллографа была получена следующая осциллограмма напряжения выходного сигнала датчика частоты вращения двигателя (рис. 11).



Рисунок 11. – График напряжения выходного сигнала датчика частоты вращения неисправного двигателя

По осциллограмме были обнаружены чётко выраженные пропуски и нарушения формы импульсов, чего не должно быть на сигнале датчика, именуемого как "Engine Speed Sensor". Так как искажённые импульсы повторялись систематично, под подозрением оказался задающий зубчатый диск. Датчик был установлен на стыке двигателя и коробки передач. После того как датчик был снят, через его посадочное отверстие можно было осмотреть задающий зубчатый диск с шириной зуба 3 мм.

Путём медленного проворачивания коленчатого вала визуально были выявлены серьёзные повреждения зубьев диска в двух местах. Диск был повреждён при замене ремня ГРМ, когда для фиксации коленчатого вала вместо зубчатого венца маховика по ошибке был застопорён задающий зубчатый венец датчика частоты вращения двигателя.

Система самодиагностики также не способна достоверно выявить отклонения параметров датчиков. А такие "невидимые" для системы самодиагностики неисправности, как, например, старение или отравление лямбдазонда, разгерметизация его измерительных камер, загрязнение датчика массового расхода воздуха и т. д. приводят к очень серьёзным нарушениям в работе системы управления двигателем, а сохранённые коды ошибок при этом не соответствуют действительности. Выявить истинные неисправности в таком случае можно по осциллограммам напряжений сигналов.

Таким образом, по итогам исследования можно сделать следующие выводы.

1. Работа сканером более проста и удобна, однако обмен информацией между ЭБУ и сканером происходит достаточно медленно, и важные моменты сигнала можно попросту не обнаружить.

2. Мотортестер позволяет оценить сигнал датчика очень качественно и подробно, не пропустив ни малейшей детали, хотя трудоемкость его применения выше, чем у сканера.

3. Современный автомобиль невозможно представить без электронной системы управления, поэтому многие СТО стремятся предоставлять услуги для диагностирования этой системы, при этом зачастую обходятся только сканером, а как показывает практика, для оценки состояния ЭСУД такого диагностического оборудования недостаточно. Использование мотортестера и осциллографа требует специальных знаний, умений и навыков, которые лежат на границе дисциплин, связанных с устройством автомобиля и дисциплин электротехники и электроники.

ЛИТЕРАТУРА

1. Савич, Е.Л. Техническая эксплуатация автомобилей : учеб. пособие. В 3 ч. Ч. 2. Методы и средства диагностики и технического обслуживания автомобилей / Е.Л. Савич. – Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2015. – 364 с.
2. Режим доступа: www.InjectorService.com.ua. – Дата доступа: 04.05.2018.